



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA DETERMINAR ANOMALÍAS DE
CONSUMO DE AGUA CASO: JUNTA DEL AGUA - COMUNA PALMAR.**

AUTOR

Gonzabay Zambrano, Edwin Iván

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGISTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

TUTOR

Ing. Rodas Silva Jorge Luis, Ph. D.

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Firmado electrónicamente por:
JORGE LUIS RODAS
SILVA

**ING. ALICIA ANDRADE VERA, MGTR
COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

**ING. RODAS SILVA JORGE LUIS, PHD
TUTOR**



Firmado electrónicamente por:
DANIEL IVAN
QUIRUMBAY YAGUAL

**LSI. QUIRUMBAY YAGUAL DANIEL IVAN,
MGTR
ESPECIALISTA**



Firmado electrónicamente por:
RONALD HUMBERTO
ROVIRA JURADO

**ING. ROVIRA JURADO RONALD HUMBERTO,
PHD
ESPECIALISTA**

**ABG. MARIA RIVERA GONZÁLEZ, MGTR
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



UPSE
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Ing. Edwin Iván Gonzabay Zambrano, como requerimiento para la obtención del título de Magister en Tecnologías de la Información.

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
JORGE LUIS RODAS
SILVA

Ing. Rodas Silva Jorge Luis, Ph. D.

24 días del mes de marzo del año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **EDWIN IVÁN GONZABAY ZAMBRANO**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Inteligencia de negocios para determinar anomalías de consumo de agua caso: Junta del Agua - comuna Palmar, previo a la obtención del título en Magister en Tecnologías de la Información, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 24 días del mes de marzo del año 2024

EL AUTOR

Edwin Gonzabay Zambrano



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA INSTITUTO
DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Inteligencia de negocios para determinar anomalías de consumo de agua caso: Junta del Agua - comuna Palmar, presentado por el estudiante, EDWIN IVÁN GONZABAY ZAMBRANO, fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 5%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



TUTOR



Firmado electrónicamente por:
**JORGE LUIS RODAS
SILVA**

Ing. Rodas Silva Jorge Luis, Ph. D.



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, EDWIN IVÁN GONZABAY ZAMBRANO

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 24 días del mes de marzo del año 2024

EL AUTOR

Edwin Gonzabay Zambrano

AGRADECIMIENTO

Levanto mis ojos al cielo con profunda gratitud hacia Dios, la inagotable fuente de sabiduría y fortaleza, por dirigir mis pasos en este desafiante pero satisfactorio trayecto.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido pilares inquebrantables en mi vida. Les doy las gracias por su amor sin límites, su apoyo constante y su fe inquebrantable en mí. Los sacrificios que han hecho han sido el faro que ha iluminado mi camino hacia el éxito, y su constante ánimo ha sido mi fuerza en los momentos más difíciles.

Edwin, Gonzabay Zambrano

DEDICATORIA

Dedico este logro con profunda emoción y eterna gratitud a mis padres, cuya presencia ha sido como un ancla en momentos de desánimo y debilidad, manteniéndome firme en la búsqueda de mis sueños.

A mi hija, Sofia, un pedacito de mi corazón que brilla con luz propia, dedico este logro como un ejemplo de que los sueños se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación. Espero que te inspires en mi historia para perseguir tus propios sueños con pasión y determinación.

Edwin, Gonzabay Zambrano

INDICE GENERAL

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
INDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
RESUMEN	XIX
ABSTRACT.....	XX
INTRODUCCIÓN	21
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	25
1.1 Desarrollo Teórico y Conceptual	25
1.1.1. Inteligencia de Negocios.....	25
1.1.2. Arquitectura de la inteligencia de negocios	28
1.1.3. Proceso ETL “Extract, Transform and Load”.....	31
1.1.4. Modelos Multidimensionales.....	33
1.1.5. Metodologías para el modelado multidimensional	34

1.1.6.	Jerarquías	37
1.1.7.	Medidas.....	38
1.1.8.	KPI.....	38
1.2.	Marco Referencial.....	39
1.2.1.	Estudios Relevantes y Casos de Éxito	39
1.3.	Marco Legal	40
1.3.1.	Constitución de la República	40
1.3.2.	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).....	41
1.3.3.	La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua (LORHUyAA)	41
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA		43
2.1.	Contexto de la investigación	43
2.2.	Diseño y alcance de la investigación.....	43
2.2.1.	Diseño de la investigación	44
2.3.	Tipos y métodos de investigación	45
2.4.	Población y muestra	46
2.4.1.	Población:	46
2.4.2.	Muestra:	46
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
2.6.	Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.....	48
2.6.1.	Validación de Instrumentos:	48
2.6.2.	Confiabilidad.....	48

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
3.1. Metodología del desarrollo de la propuesta	53
3.1.1. Comprensión del Negocio.....	54
3.1.2. Comprensión de los Datos	55
3.1.3. Preparación de los Datos.....	55
3.1.4. Modelado	55
3.1.5. Evaluación.....	56
3.1.6. Despliegue.....	56
3.2. Propuesta de la Solución	57
3.2.1. Fuente de datos	57
3.2.2. Datamart.....	61
3.2.3. Modelo Dimensional.....	66
3.2.4. ETL	70
3.2.5. Cubo OLAP	85
3.2.6. Generación de Reportes	91
3.3. Presupuesto.....	113
3.4. Cronograma de Actividades.....	114
3.5. Implementación de la herramienta	115
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES.....	121
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	127
DATOS DEL EXPERTO	135

DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR	135
Sobre el instrumento.	135
Sobre la validación.....	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestra	46
Tabla 2 Criterio de Confiabilidad	49
Tabla 3 <i>Características principales del modelo transaccional</i>	60
Tabla 4 <i>Dimensiones y tabla de hechos</i>	67
Tabla 5 <i>Proyecto de inversión</i>	113
Tabla 6 <i>Inversión de la licencia</i>	113
Tabla 7 <i>Costos asociados de la inversión del proyectoc</i>	114
Tabla 8 <i>Cronograma de actividades</i>	114
Tabla 3 Aplicación de procesos de control y regularización	127
Tabla 4 Impacto sobre los problemas actuales sobre el consumo del agua	128
Tabla 5 Conocimiento del sistema BI.....	129
Tabla 6 Implementación del sistema BI en la Junta del Agua	130
Tabla 7 BI para la reducción de problemas.....	131
Tabla 8 Análisis estadístico del consumo del agua.....	132
Tabla 9 Importancia en el análisis estadístico sobre el consumo del agua	133
Tabla 10 Cuadro inteligente de análisis de datos.....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema de estrellas</i>	35
Figura 2 <i>Esquema de copo de nieve</i>	36
Figura 3 <i>Esquema de constelación</i>	37
Figura 4 <i>Impacto sobre los problemas actuales sobre el consumo del agua</i>	50
Figura 5 <i>Implementación del sistema BI en la Junta del Agua</i>	50
Figura 6 <i>Análisis estadístico del consumo del agua</i>	51
Figura 7 <i>Cuadro inteligente de análisis de datos</i>	52
Figura 8 <i>Ciclo de vida de la metodología</i>	54
Figura 9 <i>Propuesta de solución</i>	57
Figura 10 <i>Fuentes de datos</i>	58
Figura 11 <i>Modelo transaccional</i>	59
Figura 12 <i>Dimensión usuarios</i>	62
Figura 13 <i>Dimensión Tiempo</i>	63
Figura 14 <i>Dimensión Periodos</i>	64
Figura 15 <i>Dimensión Medidores</i>	65
Figura 16 <i>Dimensión Estado de planilla</i>	65
Figura 17 <i>Hechos de consumo</i>	67
Figura 18 <i>Diagrama del modelo dimensional</i>	69
Figura 19 <i>Base de datos relacional mysql</i>	70
Figura 20 <i>Base de datos dimensional en sqlServer</i>	71
Figura 21 <i>Script de migración</i>	72

Figura 22	<i>Datos</i>	73
Figura 23	<i>Tarea de flujo de datos para la dimensión Usuarios</i>	74
Figura 24	<i>Script de migración</i>	75
Figura 25	<i>Datos</i>	76
Figura 26	<i>Tarea de flujo para la dimensión Tiempo</i>	77
Figura 27	<i>Script de migración</i>	78
Figura 28	<i>Datos</i>	79
Figura 29	<i>Tarea de flujo de datos para dimensión Medidores</i>	80
Figura 30	<i>Script de migración</i>	81
Figura 31	<i>Datos</i>	82
Figura 32	<i>Tarea de flujo de datos para tabla de hechos Consumos</i>	83
Figura 33	<i>Tarea de flujo de migración de dimensiones y tablas de hechos</i>	84
Figura 34	<i>Conexión a la base de datos dimensional</i>	85
Figura 35	<i>Estructura del Cubo Olap</i>	86
Figura 36	<i>KPI para el control de la vida útil de los medidores</i>	87
Figura 37	<i>KPI para el control de deudas superiores a 100\$</i>	88
Figura 38	<i>KPI para el control de los picos altos en los consumos de agua superiores al 60%</i> . 89	
Figura 39	<i>KPI para el control de los picos bajos en los consumos de agua superiores al 60%</i> 90	
Figura 40	<i>Ejecución del Cubo Olap</i>	91
Figura 41	<i>Menú principal</i>	93
Figura 42	<i>Filtros de información</i>	94
Figura 43	<i>Etiquetas de datos</i>	95
Figura 44	<i>Reporte de la Situación Actual de la Junta del Agua</i>	96

Figura 45 <i>Clientes por Categoría</i>	97
Figura 46 <i>Recaudación por Categorías</i>	98
Figura 47 <i>Estado de los Medidores</i>	98
Figura 48 <i>Mapa de Consumos por Barrios</i>	99
Figura 49 <i>Estadística año-mes</i>	100
Figura 50 <i>Consumos por periodos</i>	101
Figura 51 <i>Valores emitidos por categorías</i>	102
Figura 52 <i>Recaudaciones por Barrios</i>	102
Figura 53 <i>Eficiencia en Pagos</i>	103
Figura 54 <i>Deudas superiores a \$100</i>	104
Figura 55 <i>Deudas por Categorías</i>	105
Figura 56 <i>Deudas por Barrios</i>	105
Figura 57 <i>Control de incrementos de consumo del agua</i>	107
Figura 58 <i>Control de decrementos de consumo</i>	109
Figura 59 <i>Control vida útil de medidores</i>	111
Figura 60 <i>Medidores por Categorías</i>	112
Figura 61 <i>Medidores por Barrios</i>	112
Figura 62 <i>Total de medidores obsoletos</i>	113
Figura 63 <i>Aplicación de procesos de control y regularización</i>	127
Figura 64 <i>Impacto sobre los problemas actuales sobre el consumo del agua</i>	128
Figura 65 <i>Conocimiento del sistema BI</i>	129
Figura 66 <i>Implementación del sistema BI en la Junta del Agua</i>	130
Figura 67 <i>BI para la reducción de problemas</i>	131

Figura 68 Análisis estadístico del consumo del agua	132
Figura 69 Importancia en el análisis estadístico sobre el consumo del agua.....	133
Figura 70 Cuadro inteligente de análisis de datos	134

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1	Análisis de los resultados sobre las anomalías del consumo del agua.....	127
Anexo 2	Formato de Experto para la encuesta del levantamiento de información	135
Anexo 3	Presentación del BI en la Junta del Agua Palmar	140
Anexo 4	Grupos focales para el levantamiento de información.....	141

RESUMEN

Durante las últimas tres décadas, los conceptos y prácticas relacionados con la inteligencia de negocios “BI” han evolucionado significativamente. Este estudio se centra en examinar la trayectoria de la inteligencia de negocios desde sus inicios hasta la actualidad, destacando el diseño y la implementación de la herramienta de análisis de información. Entrando en contexto, La Junta del Agua se dedica a prestar servicios de distribución del agua potable en la comuna Palmar, sin embargo, se ha presentado algunas irregularidades en el consumo del agua por la inexistencia de una herramienta tecnológica que permita validar y analizar la información de manera estratégica para la toma de decisiones. Para la optimización de los procesos, se recolectó información del estado actual de la Junta del Agua a partir de fuentes primarias y secundarias. Después de realizar este análisis se estableció oportuno el diseño de una herramienta de inteligencias de negocios disponiendo de indicadores claves para identificar patrones de conducta de consumo de agua ofreciendo ayuda en los procesos inmersos de la institución conllevando a una mejor gestión administrativa del recurso vital que es el agua potable.

Palabras claves: Consumo agua potable, Junta del Agua, Inteligencia de negocios BI, Dashboard.

ABSTRACT

Over the past three decades, concepts and practices related to business intelligence “BI” have evolved significantly. This study focuses on examining the trajectory of business intelligence from its beginnings to the present, highlighting the design and implementation of the information analysis tool. Going into context, the Water Board is dedicated to providing drinking water distribution services in the Palmar commune, however, some irregularities have occurred in water consumption due to the lack of a technological tool that allows validating and analyzing the information. strategically for decision making. To optimize processes, information on the current state of the Water Board was collected from primary and secondary sources. After carrying out this analysis, it was established that it was appropriate to design a business intelligence tool with key indicators to identify patterns of water consumption behavior, offering help in the processes immersed in the institution, leading to better administrative management of the vital resource that is drinking water.

Keywords: Drinking water consumption, Water Board, BI business intelligence, Dashboard.

INTRODUCCIÓN

La adopción de una solución de inteligencia de negocios es crucial para las compañías en la actualidad, dado que proporciona un dominio completo sobre la información empresarial (Fred, Morales, & Villaces, 2020). Esta capacidad de control facilita una gestión ágil y precisa de los datos, lo que a su vez otorga una comprensión detallada de la situación actual del negocio. Además, permite proyectar escenarios futuros con mayor precisión y tomar decisiones estratégicas más inteligentes y fundamentadas.

La Junta del Agua de la comuna Palmar realiza de manera regular procesos de planillaje mensual destinados a registrar el consumo de agua potable por parte de los habitantes de la comuna. Sin embargo, se enfrenta a una serie de desafíos significativos en relación con la gestión adecuada del suministro de agua. La ausencia de un sistema adecuado para el procesamiento y análisis de datos relacionados con el consumo de agua dificulta en gran medida la capacidad de la junta para tomar decisiones fundamentadas y oportunas. Esta carencia de información precisa no solo obstaculiza la correcta administración de los recursos hídricos, sino que, además, propicia un uso ineficiente del agua y puede dar lugar a problemas de abastecimiento que afectan tanto a la comunidad como al entorno ambiental circundante. Es evidente que una solución integral para abordar estas deficiencias es esencial para garantizar una gestión eficiente y sostenible del suministro de agua en la comuna Palmar (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena, 2023).

Ante esta problemática, se propone una herramienta de análisis que permita identificar acciones correctivas basadas en la información recopilada, aprovechando las ventajas ofrecidas

por herramientas de análisis de datos como Power BI. Esta herramienta permitirá recopilar, procesar y analizar datos relevantes sobre el consumo de agua potable y otros aspectos relacionados con el servicio. A partir de estos análisis, se podrán identificar problemas y tendencias, lo que facilitará la toma de decisiones informadas y la implementación de acciones correctivas de manera oportuna.

Por esto se considera que, al contar con una herramienta de inteligencia de negocios, el personal administrativo de la Junta del Agua podrá obtener una visión actualizada de su institución y utilizar los indicadores para comprender el estado actual de la junta y determinar áreas que podrían requerir mejoras, esto se logra a través de un tablero que proporciona información de forma dinámica y accesible.

Planteamiento de la investigación (Fundamentación de la investigación)

Las herramientas tecnológicas son invaluablemente útiles al agilizar los procesos relacionados con la gestión de grandes volúmenes de información, lo que permite una optimización de las actividades realizadas por el personal administrativo de la Junta del Agua. Además, la Inteligencia de Negocios, desempeña un papel crucial en la toma de decisiones estratégicas, ya que se centra en la administración y la generación de conocimiento mediante el análisis de datos proporcionados por las organizaciones (Cordero, Erazo, & Narváez, 2023).

La detección oportuna de irregularidades en el consumo de agua, como fugas no identificadas o uso inapropiado del recurso, es crucial debido a las potenciales repercusiones económicas, ambientales y sociales. Identificar estas anomalías a tiempo es fundamental, ya que podrían resultar en pérdidas financieras y un uso ineficiente del valioso recurso hídrico.

En la comuna de Palmar, provincia de Santa Elena, Ecuador, la Junta del Agua suministra el líquido vital a diversos grupos de personas, incluidos hogares, empresas, industrias e instituciones públicas. Con aproximadamente 2.100 usuarios que dependen de la Junta de Agua, monitorear y controlar el consumo de agua es fundamental para garantizar el uso eficiente de este recurso.

Las metodologías tradicionales de monitoreo y análisis de datos no logran detectar de manera segura patrones y tendencias en el consumo de agua en la comuna Palmar, lo que dificulta la toma de decisiones para mitigar las pérdidas y mejorar la eficiencia en la distribución del recurso para los ciudadanos comuneros.

Para dar solución a este problema se ha propuesto desarrollar una herramienta de inteligencia de negocios y métodos de análisis de datos para detectar irregularidades en el consumo de agua.

Formulación del problema de investigación

¿De qué manera un sistema de Inteligencia de Negocios permitirá analizar y visualizar datos de consumo de agua para identificar patrones anómalos y detectar irregularidades en el suministro en la comuna Palmar, provincia de Santa Elena?

Objetivo General:

Implementar un sistema de inteligencia de negocios en la Junta del Agua de la Comuna Palmar, que permita la detección temprana y oportuna de anomalías en el consumo de agua a

nivel de usuario individual, con el fin de optimizar la gestión del recurso hídrico, reducir las pérdidas económicas por fugas y promover el uso responsable del agua en la comunidad.

Objetivos Específicos:

1. Realizar el proceso ETL (Extract, Transform, Load) que permita llevar a cabo la limpieza y transformación exhaustiva de los datos históricos de consumo de agua potable.
2. Construir un cubo OLAP (Online Analytical Processing) que permita el análisis de datos de consumo de agua desde las diferentes dimensiones.
3. Desarrollar un panel de control interactivo y visual para que los responsables de la Junta del Agua puedan monitorear y analizar los datos de consumo de manera detallada.

Planteamiento hipotético

La implementación de herramientas de inteligencia de negocios en la comuna de Palmar permite detectar de manera objetiva las irregularidades en el consumo de agua.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

La gestión eficiente del agua es crucial para proteger y asegurar su disponibilidad sostenible y equitativa. Sin embargo, las irregularidades en el consumo de agua representan un desafío significativo para toda empresa distribuidora de agua potable. En este contexto, el uso de inteligencia de negocios emerge como una herramienta poderosa para detectar, prevenir y abordar estas irregularidades de manera estratégica.

1.1 Desarrollo Teórico y Conceptual

1.1.1. Inteligencia de Negocios

La información es considerada un punto clave para la toma de decisiones empresariales, en ella descansa el soporte para los diferentes sistemas de información, recursos financieros, materiales y humanos que integran a la gestión empresarial por lo tanto también debe gestionarse (Jiménez & Triano, 2021). Se puede definir que la inteligencia de negocios en una organización facilita la creación de conocimiento mediante el análisis de la información extraída de los sistemas de transacciones. No obstante, es crucial comprender el proceso de transformación de datos en conocimiento.

La inteligencia de negocios como describe (Aguilar, 2020), son sucesos pasados utilizando datos históricos. Por extensión, la exploración de datos históricos puede ser una herramienta crucial para tomar decisiones comerciales futuras.

Los principios fundamentales de la inteligencia de negocios incluyen la extracción de datos, el análisis del mercado empresarial y la visualización de datos. Estas herramientas ayudarán a los gerentes empresariales a tomar decisiones informadas basadas en hechos y cifras.

La inteligencia de negocios funciona reuniendo diversas fuentes de datos en una sola ventana para proporcionar actualizaciones, análisis e informes en tiempo real. Estos son los pasos principales que se incluyen en la inteligencia de negocios:

- Datos sin procesar de bases de datos disponibles.
- Clasificación y análisis de datos.
- Convertir datos en formas visuales fáciles de entender, como gráficos.
- Comparar y contrastar desempeños debido a decisiones influenciadas por datos.

Importancia de herramientas de BI en la toma de decisiones

Las herramientas de inteligencia de negocios son importantes para la toma de decisiones ya que permiten a las organizaciones recopilar, almacenar, analizar y visualizar datos para obtener información valiosa. Esta información puede ayudar a comprender mejor sus operaciones y mejorar sus resultados. El objetivo de la inteligencia de negocios es ayudar a mejorar y guiar las decisiones simplificando la interpretación y la acción de los datos (Howson, 2012).

Cuando se trata de inteligencia de negocios, los datos son el alma de la operación. Las empresas deben tener acceso a datos precisos y oportunos para poder tomar decisiones acertadas.

Beneficios de las herramientas de BI en la toma de decisiones:

Éstas pueden ofrecer a las organizaciones una serie de beneficios en la toma de decisiones, que incluyen:

- **Mejor comprensión de las operaciones:** Las herramientas de inteligencia de negocios pueden ayudar a las organizaciones a comprender mejor sus operaciones al brindar información sobre factores como el rendimiento, los costos y la satisfacción del cliente.
- **Mejores decisiones:** Las herramientas de BI pueden ayudar a las organizaciones a tomar mejores decisiones al proporcionar información precisa y oportuna.
- **Mejores resultados:** Las herramientas de BI pueden ayudar a las organizaciones a mejorar sus resultados al permitiéndoles tomar mejores decisiones. (Preethika Sainam; Seigyoung Auh; Richard Ettenson; Yeon Sung Jung, 2022)

Las herramientas de inteligencia de negocios juegan un papel clave en la toma de decisiones fundamentadas, en las organizaciones.

Los beneficios encierran una mejor comprensión de los procesos internos, decisiones más acertadas y, en última instancia, mejores resultados comerciales. En un mundo empresarial cada vez más basado en datos, las herramientas de BI son una inversión importante para el éxito y la competitividad de las organizaciones.

1.1.2. Arquitectura de la inteligencia de negocios

Para desarrollar inteligencia de negocios, es esencial emplear una arquitectura que se base en tres enfoques principales: fuentes de datos, repositorios de información y herramientas de visualización (Vidales, 2015).

1.1.2.1. Fuentes de datos

Son los que alimentan la inteligencia de negocios ya que abarcan una amplia gama de sistemas y formatos, incluyendo: sistemas transaccionales, base de datos externas, sensores y dispositivos IoT.

1. Sistemas Transaccionales

Es un tipo de sistema de información diseñado para recolectar, almacenar, modificar y recuperar todo tipo de información que es generada por las transacciones en una organización. Una transacción es un evento o proceso que genera o modifica la información que se encuentran eventualmente almacenados en un sistema de información (Velásquez, 2022).

2. Bases de datos externas:

Son repositorios de datos que no pertenecen a la empresa, pero que pueden ser relevantes para su análisis. A continuación:

- Datos demográficos: Población, edad, sexo, etc.
- Datos económicos: PIB, inflación, tasas de interés, etc.
- Datos de redes sociales: Sentimiento del consumidor, tendencias, etc. (IBM, 2024)

3. Sensores y dispositivos IoT:

Son dispositivos electrónicos que recopilan datos en tiempo real sobre el entorno físico:

- Sensores de temperatura: Monitoreo de condiciones ambientales.
- Sensores de movimiento: Detección de intrusos o actividad.
- Dispositivos wearables: Recopilación de datos de salud y fitness. (Oracle, 2023)

1.1.2.2. Los repositorios de información

Son los almacenes donde se consolidan y organizan los datos para su análisis, tales como: datawarehouse, datamart.

1. Data Warehouse

Un Data Warehouse es un depósito digital en el cual una empresa u organización guarda una amplia cantidad de datos de manera segura, confiable, accesible y manejable (Power Data, 2024).

2. Datamart

“Un datamart es una forma sencilla de almacén de datos centrado en un único asunto o línea de negocio” (OCI, 2024, p. 15).

Los datamart permiten acceder a los datos y obtener información de manera más rápida, evitando la necesidad de buscar en un almacén de datos más complejo o ingresar datos manualmente desde diversas fuentes.

1.1.2.3. Las herramientas de visualización

Son las plataformas que permiten presentar los datos de forma visual e interactiva. Existiendo diferentes tipos de herramientas como: informes estáticos y dinámicos, dashboard, entre otros.

1. Informes estáticos

Son documentos que presentan información de forma estática, generalmente en formato PDF o Excel. Sirven para comunicar información específica a una audiencia definida, documentar análisis y hallazgos clave (IBM, 2022).

2. Informes dinámicos

Son informes que permiten interactuar con los datos, filtrando, ordenando y visualizando la información de diferentes maneras. Ofrecen mayor flexibilidad y capacidad de análisis, exploración profunda de los datos y visualizaciones dinámicas y personalizables (IBM, 2024).

3. Dashboard

Un panel de control es una utilidad para administrar datos que supervisa, analiza y presenta de forma visual indicadores clave de rendimiento (KPI), métricas y datos esenciales para seguir el progreso de una empresa, departamento, campaña o proceso particular (Ortiz, 2023).

1.1.3. Proceso ETL “Extract, Transform and Load”

ETL, que significa extraer, transformar y cargar, es un proceso de integración de datos que combina datos de múltiples fuentes de datos en un único almacén de datos coherente que se carga en un almacén de datos u otro sistema de destino. (Caralt & Díaz, 2022)

A medida que las bases de datos crecieron en popularidad en la década de 1970, ETL se introdujo como un proceso para integrar y cargar datos para computación y análisis, y finalmente se convirtió en el método principal para procesar datos para proyectos de almacenamiento de datos.

Según López, Vela, & Mondejar (2015), ETL proporciona la base para los flujos de trabajo de análisis de datos y aprendizaje automático. A través de una serie de reglas de negocio, ETL limpia y organiza los datos de una manera que aborda necesidades específicas de inteligencia de negocios, como los informes mensuales, pero también puede abordar análisis más avanzados.

El propósito de ETL es permitir a las empresas consolidar datos de múltiples bases de datos y otras fuentes en un único repositorio con datos(datamart) que han sido formateados y calificados correctamente en preparación para el análisis. Este repositorio de datos unificado permite un acceso simplificado para el análisis y el procesamiento adicional. También proporciona una única fuente de verdad, lo que garantiza que todos los datos de la empresa sean coherentes y estén actualizados.

1.1.3.1. Procedimiento del ETL

Hay tres procesos únicos en la extracción, transformación y carga (Díaz & Caralt, 2016). Estos son:

1. Extracción;

Los datos sin procesar se extraen de una o varias fuentes. Los datos pueden provenir de aplicaciones transaccionales, como los datos de gestión de relaciones con los clientes o los datos de planificación de recursos empresariales, o los sensores de Internet de las cosas (IoT) que recopilan lecturas de una línea de producción o de una operación de fábrica, por ejemplo; para crear un almacenamiento de datos, la extracción suele implicar la combinación de datos de estos distintos orígenes en un único conjunto de datos y, a continuación, la validación de los datos con datos no válidos marcados o eliminados. Los datos extraídos pueden tener varios formatos, como bases de datos relacionales, XML, JSON y otros.

2. Transformación;

Los datos se actualizan para que coincidan con las necesidades de una organización y los requisitos de su solución de almacenamiento de datos. La transformación puede implicar la estandarización (convertir todos los tipos de datos al mismo formato), la limpieza (resolver incoherencias e imprecisiones), la asignación (combinar elementos de datos de dos o más modelos de datos), aumentar (extraer datos de otras fuentes) y otros. Durante este proceso, se aplican reglas y funciones, y se limpian los datos para evitar que se incluyan datos incorrectos o que no coincidan con el repositorio de destino. Las reglas que se podrían aplicar incluyen cargar solo columnas específicas, duplicar y fusionar, entre otras.

3. Carga;

Los datos se entregan y se protegen para compartirlos, lo que hace que los datos listos para el negocio estén disponibles para otros usuarios y departamentos, tanto dentro de la

organización como externamente. Este proceso puede incluir sobrescribir los datos existentes del destino.

1.1.4. Modelos Multidimensionales

Los modelos multidimensionales son la base fundamental para construir repositorios de información que van más allá de la simple organización de datos. Permiten almacenar y analizar información de forma compleja, facilitando la toma de decisiones estratégicas en diversos ámbitos.

En el modelado multidimensional para BI, se utilizan dos tipos principales de tablas:

1.1.4.1. Tabla de dimensiones

Una tabla de dimensiones o entidad dimensional constituye una parte esencial de un esquema de estrella, copo de nieve o constelación. En ella se registran detalles relacionados con los hechos, permitiendo así almacenar información descriptiva sobre los valores numéricos presentes en una tabla de hechos. Estas tablas dimensionales describen los diversos aspectos de un proceso de negocio (IBM, 2021).

1.1.4.2. Tabla de Hechos

Una tabla de hechos o entidad de hecho representa una parte integral de un esquema de estrella o copo de nieve, donde se registran medidas claves del negocio, como las ventas, el costo de los productos o las ganancias.

Para extraer la información más valiosa de una tabla o entidad de hechos, es fundamental emplear medidas que sean numéricas y aditivas. La aplicación de estas medidas asegura que los

datos puedan ser recuperados y sumados de forma que la empresa pueda aprovechar plenamente la riqueza de información empresarial de la base de datos.

Las tablas y entidades de hechos incorporan claves foráneas que hacen referencia a las tablas dimensionales. Estas claves externas establecen relaciones entre cada registro de datos en la tabla de hechos y sus respectivas dimensiones y niveles asociados (IBM, 2021).

1.1.5. Metodologías para el modelado multidimensional

Hay una variedad de enfoques disponibles para el modelado multidimensional, cada uno con sus particularidades distintivas. Estas metodologías ofrecen diversas formas de abordar la representación de datos en múltiples dimensiones, cada una con sus propias características:

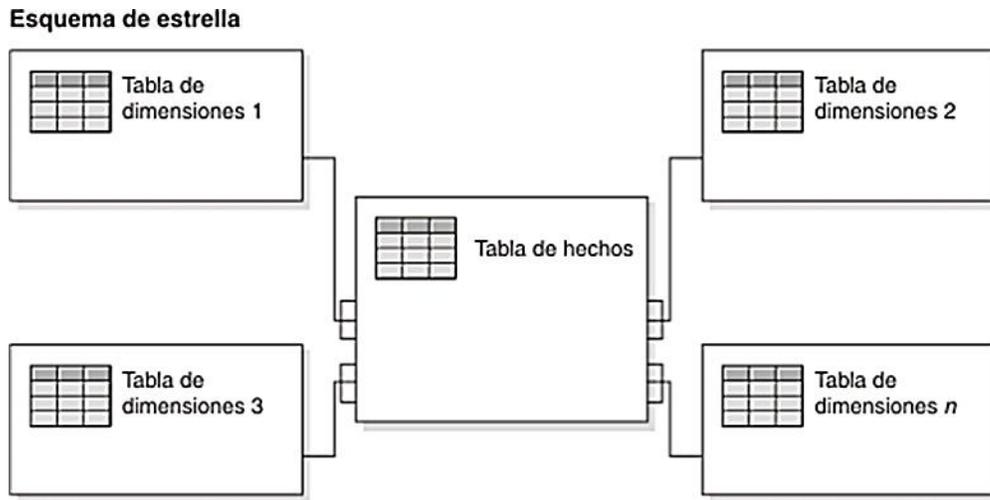
1.1.5.1. Esquema Estrella

Una estructura de estrella representa un modelo dentro de la base de datos relacional, compuesto por una tabla central de hechos y tablas dimensionales periféricas. Este diseño puede incluir múltiples tablas dimensionales, y las conexiones entre ellas indican una relación de varios a uno con respecto a la tabla de hechos.

A continuación, se observa en la siguiente figura 1 donde refleja el esquema con los enlaces de tablas de dimensiones.

Figura 1

Esquema de estrellas

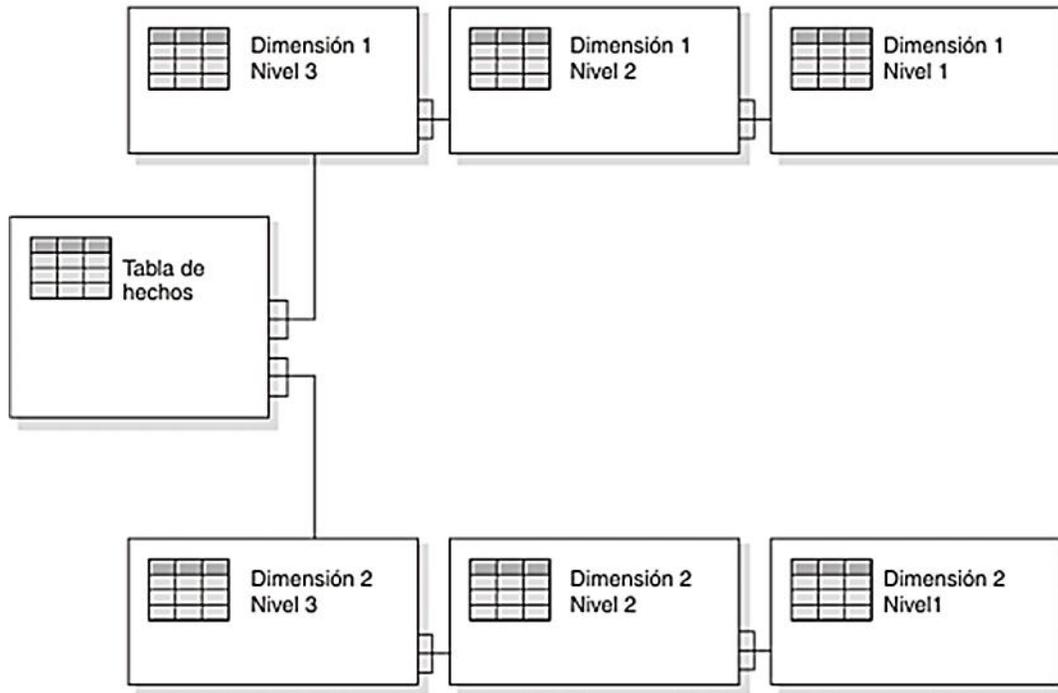


Nota: Tabla de hechos con enlaces a varias tablas de dimensiones, fuente: (IBM, 2021)

1.1.5.2. Esquema Copo de Nieve

El esquema de copo de nieve implica una estructura donde una tabla de hechos se relaciona con múltiples tablas de dimensiones. Estas tablas de dimensiones, a su vez, pueden estar conectadas entre sí mediante relaciones de muchos a uno, generando una red interconectada que permite representar de manera detallada y organizada la información multidimensional como se visualiza la figura 2.

Figura 2
Esquema de copo de nieve



Nota: Representación gráfica del esquema de copo de nieve, Fuente: (IBM, 2021)

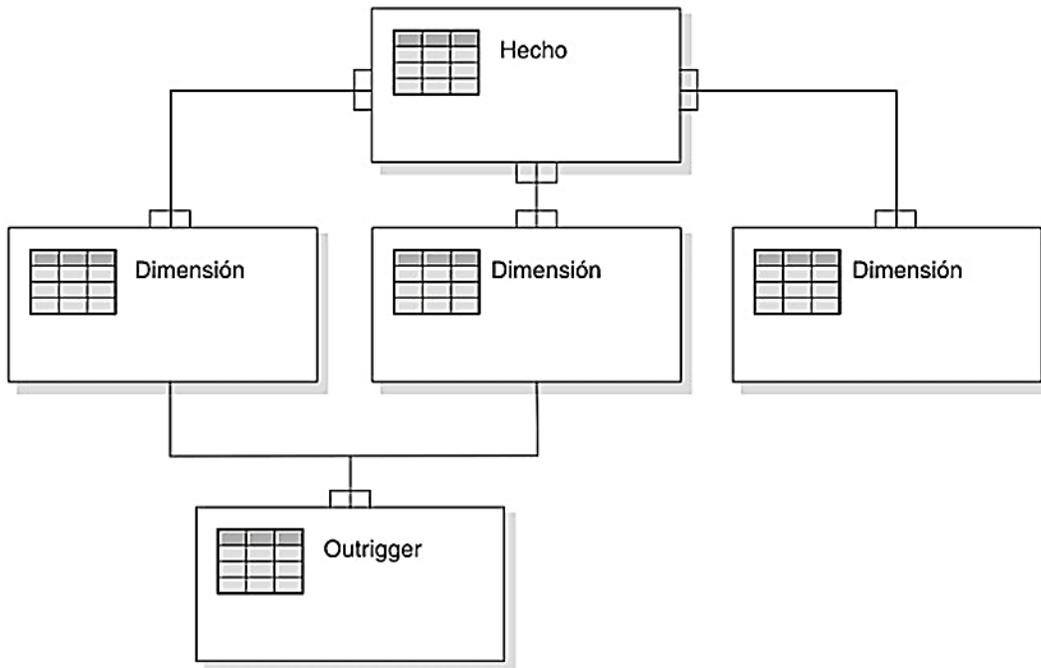
1.1.5.3. Esquemas de constelación

Un esquema de constelación combina elementos tanto de un esquema de estrella como de un esquema de copo de nieve. En este tipo de esquemas, se conservan algunas de las características de normalización y desnormalización presentes en el esquema de copo de nieve y el esquema de estrella, respectivamente.

El propósito fundamental de los esquemas de constelación es aprovechar las ventajas inherentes de ambos enfoques. Por un lado, las jerarquías de los esquemas de estrella se mantienen desnormalizadas, lo que facilita la comprensión y el acceso rápido a los datos. Por otro lado, las jerarquías de los esquemas de copo de nieve se mantienen normalizadas, lo que

contribuye a la eficiencia en términos de almacenamiento y mantenimiento de la integridad de los datos. Esta combinación estratégica busca optimizar tanto el rendimiento como la estructura de la base de datos, adaptándose a las necesidades específicas del proyecto como se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3
Esquema de constelación



Nota: Representación gráfica del esquema de constelación, Fuente: (IBM, 2021)

1.1.6. Jerarquías

Una jerarquía representa una relación donde varios elementos están subordinados a uno principal, ya sea dentro de una tabla o entre diferentes tablas. Esta estructura se compone principalmente de diversos niveles, cada uno asociado a un atributo de dimensión específico.

En resumen, una jerarquía es una descripción de niveles que ilustra las conexiones entre diferentes atributos dentro de una dimensión. Por ejemplo, una jerarquía común en la dimensión de fecha podría ser Año > Trimestre > Mes > Día (IBM, 2021).

1.1.7. Medidas

Las medidas establecen un atributo específico de valoración y se emplean en las tablas de hechos. Es posible calcular estas medidas mediante su asociación directa con un valor numérico presente en una columna o atributo.

Las medidas son componentes esenciales, comparables a las piezas de un rompecabezas, que capacitan a los usuarios para analizar exhaustivamente los datos dentro de un cubo OLAP. Es fundamental definir las con precisión para ensamblar completamente el rompecabezas de la comprensión de los datos (Microsoft System Center, 2023).

1.1.8. KPI

Los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) forman parte del sistema de supervisión de riesgos y se emplean para ofrecer señales anticipadas o retrasadas sobre posibles condiciones de riesgo. Cada KPI dentro de la entidad puede establecer sus propios límites de referencia y metas específicas. El tipo de entidad "Valor de KPI" registra la medida de un KPI en un momento determinado (IBM, 2021).

1.2. Marco Referencial

1.2.1. Estudios Relevantes y Casos de Éxito

Un estudio de la Harvard Business Review (2020), encontró que las empresas que utilizan herramientas de BI tienen un 25% más de probabilidades de tomar decisiones informadas y un 15% más de probabilidades de tomar decisiones efectivas.

De acuerdo con Perosio (2024), existe un estudio de Gartner donde halló empresas que manejan herramientas de BI tienen un 10% más de posibilidades de mejorar la satisfacción del cliente y un 5% más de posibilidades de reducir los costos, entre ellas son:

1. La empresa de servicios financieros Wells Fargo maneja herramientas de BI para identificar clientes potenciales, anunciar riesgos y optimizar la satisfacción del cliente.
2. La empresa de fabricación General Electric utiliza herramientas de BI para optimizar sus operaciones, reducir los costos y mejorar la calidad de sus productos.
3. La empresa de servicios públicos Southern California Edison utiliza herramientas de BI para mejorar la eficiencia de su red eléctrica y reducir el impacto ambiental. (Wells Fargo, 2023)

Los estudios y las historias de éxito resaltan la importancia de las herramientas de inteligencia de negocios en el mundo empresarial actual. Estos informes muestran de manera convincente que las organizaciones que utilizan BI tienen una ventaja significativa en la toma de decisiones, mejorando la satisfacción del cliente y la optimizando sus operaciones tales como Wells Fargo, General Electric y Southern California Edison, ilustran cómo las empresas de

diversos sectores pueden beneficiarse considerablemente de la implementación de herramientas de BI.

La implementación de herramientas de BI se traduce en una mayor competitividad y la adaptabilidad en un entorno empresarial en constante evolución. Con estos recursos las organizaciones no solo pueden entender mejor sus operaciones, sino también tomar decisiones informadas que tienen un impacto positivo en la eficacia, el desempeño financiero y la satisfacción del cliente. En resumen, las herramientas de BI son una inversión esencial para el éxito y la innovación de las empresas actuales.

1.3. Marco Legal

El agua potable es un tema crucial que se aborda en varias disposiciones legales en Ecuador, incluyendo la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, y la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUAYAA). En este contexto, la integración de tecnologías emergentes en el sector del agua potable cobra una importancia significativa. La implementación de sistemas y soluciones tecnológicas puede mejorar la eficiencia en la gestión del agua, monitorear la calidad del recurso, y garantizar un suministro confiable y seguro para la población.

1.3.1. Constitución de la República

La Constitución de la República en su artículo 12, establece "El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida".

La Constitución de la República en su artículo 264, estipula que:

"Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas 4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de agua residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley."

(Constitución de la república del Ecuador, 2008)

1.3.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

En el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) dentro del artículo 55 estipula:

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales planificarán y operarán la gestión integral del servicio público de agua potable en sus respectivos territorios, y coordinarán con los gobiernos autónomos descentralizados regional y provincial el mantenimiento de las cuencas hidrográficas que proveen el agua para consumo humano. Además, podrán establecer convenios de mancomunidad con las autoridades de otros cantones y provincias en cuyos territorios se encuentren las cuencas hidrográficas que proveen el líquido vital para consumo de su población.

(Oficial Suplemento, 2010)

1.3.3. La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua (LORHUyAA)

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA) en el artículo 84 de la LORHUyAA estipula que:

Obligaciones de corresponsabilidad: El Estado en sus diferentes niveles de gobierno es corresponsable con usuarios, consumidores, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades del cumplimiento de las siguientes obligaciones:

e) Identificar y promover tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua;

i) Desarrollar y fomentar la formación, la investigación científica y tecnológica en el ámbito hídrico. (LORHUyAA, 2014)

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Contexto de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Comuna Palmar, que se encuentra ubicada en la provincia de Santa Elena, en la región costera de Ecuador como muestra la figura 3. Esta zona geográfica tiene un clima subtropical y depende de su suministro de agua para abastecer a aproximadamente 2,100 usuarios, entre hogares, empresas e instituciones públicas. Palmar se enfrenta a retos relacionados con la disponibilidad de agua y su gestión sostenible debido a las condiciones climáticas y la variabilidad estacional.

En dicha comunidad, tal como se indicó en el capítulo 1, existe una problemática referente al consumo del agua, siendo el eje principal del caso de estudio. La Junta del agua es la entidad que gestiona el suministro del agua a los habitantes de la comuna, sin embargo, no cumple con los parámetros establecidos en el control y gestión del consumo del líquido vital ocasionando deficiencia y desequilibrio en gastos. Siendo una oportunidad clave en la implementación de inteligencia de negocios analizando los datos para la posterior toma de decisiones.

2.2. Diseño y alcance de la investigación

El diseño y alcance de una investigación sobre la implementación de la inteligencia de negocios en una empresa de agua potable para la detección de irregularidades en el consumo del agua constituye un paso crucial en la optimización de los recursos y la mejora de la gestión hídrica. En un contexto donde una adecuada gestión del agua es esencial para garantizar la sostenibilidad ambiental y económica, he aquí, donde la inteligencia de negocios emerge como

una herramienta poderosa para identificar patrones, tendencias y posibles anomalías en el consumo de agua.

Este preámbulo sienta las bases para una investigación que no solo busca detectar irregularidades, sino también mejorar la toma de decisiones y la gestión estratégica de los recursos hídricos. A través de un enfoque metodológico, se llevará a cabo el desarrollo de la inteligencia de negocio en la Junta del Agua de Palmar, evaluando su objetividad, identificando áreas de mejora y proporcionando recomendaciones prácticas para optimizar su aplicación. En última instancia, esta investigación aspira a contribuir al desarrollo de estrategias más integrales para la detección y gestión de irregularidades en el consumo del agua, promoviendo una mejor gestión operativa y sostenibilidad en el suministro de este recurso vital.

2.2.1. Diseño de la investigación

2.2.1.1. Investigación no experimental

La presente investigación es no experimental porque se basa en el procesamiento de datos históricos y en tiempo real para realizar análisis de escenarios, visualizaciones de datos y tomar decisiones informadas. La investigación no experimental no manipula deliberadamente las variables independientes para observar su impacto en otras variables, sino que examina los fenómenos tal como se presentan en su entorno natural con el fin de analizarlos según (Sánchez, 2012).

En este enfoque, se recopilan y analizan datos históricos de consumo de agua, datos de facturación y cualquier otra información relevante sin aplicar cambios deliberados en el entorno. El objetivo es comprender cómo la inteligencia de negocios proporciona un mecanismo de ayuda

en la Junta del agua de Palmar para la detección de irregularidades en el consumo del agua. Este tipo de investigación busca identificar patrones, tendencias y posibles áreas de mejora en la aplicación del BI, ofreciendo una visión analítica, evaluativa y detallada sobre su desempeño en la detección de irregularidades.

Es importante la comprensión del levantamiento de información relevante para analizar y proveer soluciones significativas para el cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente proyecto investigativo.

Se aplicaron métodos cuantitativos como son las encuestas, que faculta la determinación de datos numéricos facilitando la obtención de resultados viables.

2.3. Tipos y métodos de investigación

Este estudio adoptará un enfoque cuantitativo, pues empleará la recopilación de datos para verificar la hipótesis mediante mediciones numéricas y análisis estadístico. El propósito es establecer comportamientos y tendencias en el consumo de agua y poner a prueba teorías. Se analizarán los tiempos de respuesta y los niveles de satisfacción (Sánchez, 2012).

El enfoque deductivo se empleará para examinar si la propuesta impactará positivamente en la agilidad de la generación de informes, cálculos de indicadores y la toma de decisiones oportunas.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población:

La población se refiere al grupo total de interés sobre el cual se desea obtener información. En el caso en mención, la población está destinada al personal administrativo y operativo de la Junta del agua de la comuna Palmar.

2.4.2. Muestra:

Está destinada para el personal de la Junta del Agua, ya que la información relevante para el levantamiento de información será eficaz y pertinente para el cumplimiento de los objetivos planteados como se evidencia en la siguiente tabla 1.

Tabla 1
Muestra

Población	Frecuencia	Porcentual
Administrador principal	1	14%
Coordinador	1	14%
Recaudadores	2	29%
Operadores	3	43%
Total	7	100%

Nota: Personal administrativo y operativo, Fuente: Junta del Agua-Palmar Santa Elena

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para llevar a cabo la investigación sobre la detección de anomalías en el consumo de agua en la Junta del Agua de la Comuna Palmar, se necesitará utilizar una variedad de técnicas e instrumentos de recolección de datos para recopilar información cuantitativa.

Encuestas Estructuradas: Cuestionarios específicos que se puedan administrar a una muestra representativa de usuarios de la Junta del Agua. Las encuestas incluyeron preguntas sobre los hábitos de consumo, la percepción de las facturas de agua, las posibles fugas y el uso indebido. Las encuestas serán realizadas al personal de la Junta del Agua quienes son los encargados de proporcionar el consumo y control del agua a los habitantes de la comuna Palmar, permitirá obtener información cuantitativa sobre percepciones, desafíos y posibles soluciones.

Según Anexo 1 y 2, comprende las preguntas orientas a la situación actual sobre el consumo del agua en Palmar y la necesidad que requiere la Junta para su optima gestión en su administración y detección de irregularidades en el consumo.

Grupos Focales: Se organizaron reuniones con grupos focales de usuarios seleccionados para discutir temas específicos relacionados con el consumo de agua y la detección de anomalías. Esto puede proporcionar una comprensión más amplia de las preocupaciones y necesidades de la comunidad. Según Anexo 4 representa la reunión con el personal de la Junta del Agua conociendo desde luego los problemas que conlleva con relación al servicio de agua potable.

Investigación de campo

Las personas involucradas para el tema de estudio son los trabajadores de la Junta del Agua de la comuna Palmar, quienes son los que cuentan con la información pertinente para el caso de estudio, esto permitirá analizar de diferentes ángulos que anomalías presenta la Junta con relación al consumo del agua ya que pueden existir diversos factores que aún no han sido identificados, permitiendo levantar la información pertinente cumpliendo con los parámetros establecidos.

2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

Validar los instrumentos de levantamiento de información y evaluar su confiabilidad estadística es fundamental para garantizar la calidad de los datos recopilados en su investigación sobre la detección de anomalías en el consumo de agua.

2.6.1. Validación de Instrumentos:

Revisión de Expertos: Revisión por parte de un experto en el campo de la informática quien es Magister Ernesto Mence Figueroa, Director de Informática del Municipio de Santa Elena. El cual, pudo evaluar la relevancia, claridad y coherencia de las preguntas y proporcionar retroalimentación valiosa.

2.6.2. Confiabilidad

Para garantizar la autenticidad y confiabilidad de los instrumentos empleados en este estudio, se llevó a cabo una revisión y validación a cargo de un experto altamente calificado en desarrollo y analítica de datos, el profesional valoro minuciosamente la encuesta diseñada al personal administrativo de la Junta del Agua.

El proceso de revisión se centró en criterios fundamentales como; suficiencia, claridad, coherencia, relevancia. Estos aspectos fueron valorados mediante una escala de calificación preestablecidas, aplicada a los ítems formulados por encuestas por preguntas cerradas.

En base a la valoración efectuada por el Ing. Ernesto Mence Figueroa quien posee un título de Magister en Informática, se puntuaron las respuestas siguiendo los criterios del investigador. Se evaluaron las encuestas siguiendo los criterios del investigador, obteniendo un

promedio final de 3.80 como se visualiza la tabla 2. Este resultado indica que las encuestas son instrumentos apropiados y válidos para la investigación.

Tabla 2
Criterio de Confiabilidad

Criterio	Descripción	Calificación
Suficiencia	El instrumento va relacionado con el objetivo de la investigación	3.78
Claridad	Las preguntas descritas dan respuestas a la intención investigativa	4
Coherencia	Las preguntas tienen relación con el objeto de estudio que se indaga	3.46
Relevancia	Buena argumentación y descripción en redacción de las preguntas	3.95
Promedio		3.80

Nota: Valoración de los criterios realizado al experto, Elaborado por: Edwin Gonzabay

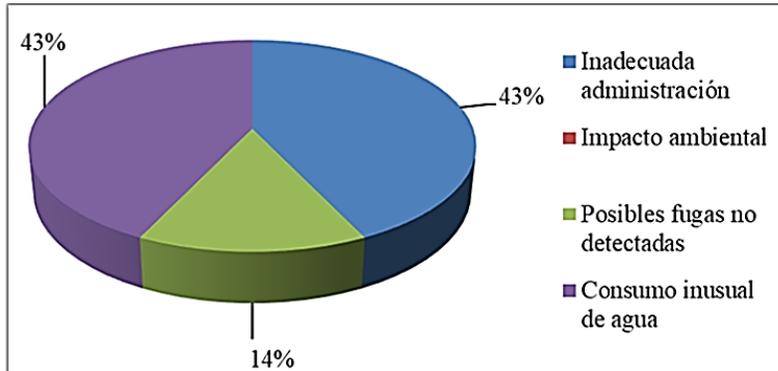
Aplicación del análisis de las encuestas

Se llevó a cabo una encuesta de manera física al personal administrativo y operativo de la Junta del Agua de la Comuna Palmar, y los resultados se detallan en el Anexo 1. A continuación, se destacarán los hallazgos más relevantes:

- El 43% de los sujetos de estudio dieron a conocer que existe una inadecuada administración y consumo inusual del líquido vital, mientras que un 14% resultó posibles fugas no detectadas como se puede visualizar en el anexo 1 De la interrogante 2. Esto denota la presencia de problemas que suelen suceder y el impacto que genera cuando no existe una gestión responsable por parte de los ciudadanos en el consumo del agua, como se puede observar en la siguiente figura 4.

Figura 4

Impacto sobre los problemas actuales sobre el consumo del agua

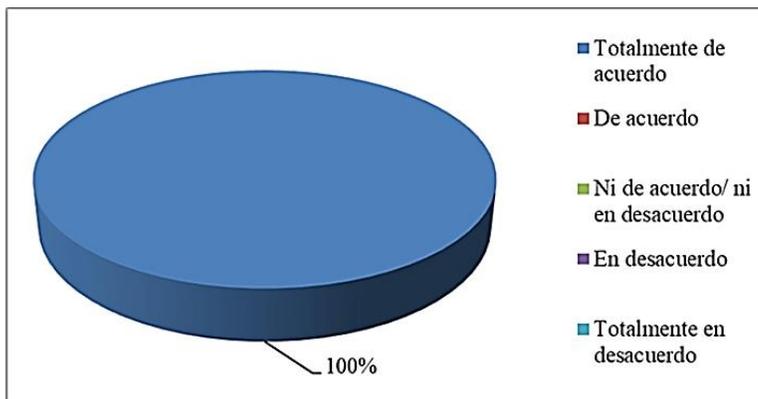


Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

- El 100% de los encuestados manifestaron estar totalmente de acuerdo en implementar un sistema de inteligencia de negocios para la recopilación de información, análisis y toma de decisiones en la Junta del agua según el anexo 1 de la interrogante 4, siendo una oportunidad de solución en la participación de esta herramienta tecnológica para la visualización de irregularidades y toma de decisiones en el uso responsable del agua potable en la comunidad, como se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5

Implementación del sistema BI en la Junta del Agua

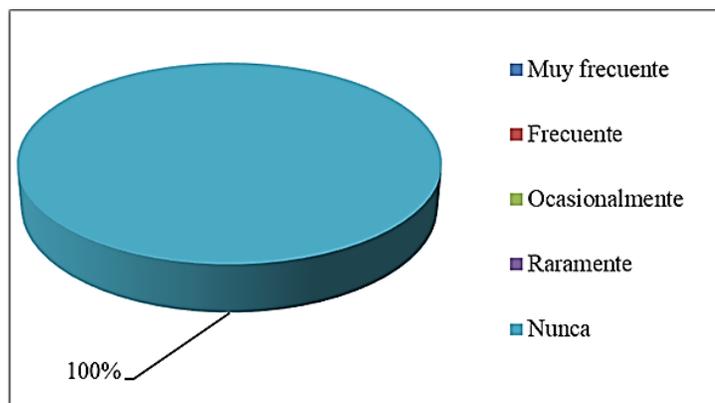


Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

- El 100% de los sujetos de estudio indicó que nunca han realizado análisis estadísticos sobre el consumo del agua pudiendo detectar ciertas anomalías que presenta la comuna Palmar de acuerdo al anexo 1 de la pregunta 6, considerando ser una situación negativa para la administración de la Junta del Agua por la ausencia de responsabilidad por parte de los ciudadanos comuneros en el consumo del agua, como se visualiza en la figura 6.

Figura 6

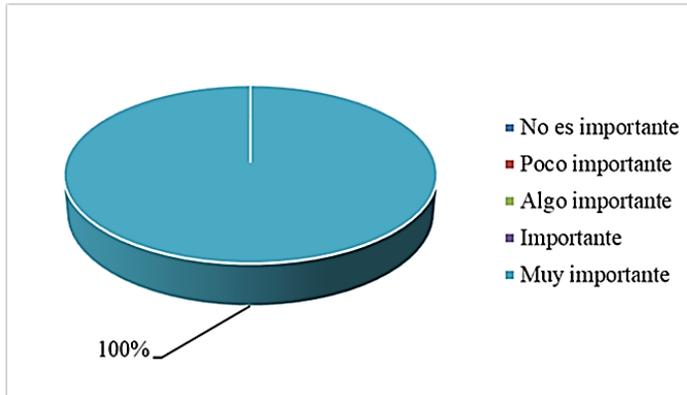
Análisis estadístico del consumo del agua



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

- El 100% de los encuestados expuso que es muy importante que la Junta del Agua tenga a su disposición un cuadro de mando inteligente de análisis de datos que permita obtener de manera ágil resultados estadísticos del consumo periódico de agua. Este tipo de herramienta proporciona numerosos beneficios para la gestión eficiente del recurso hídrico, como se aprecia en la figura 7.

Figura 7
Cuadro inteligente de análisis de datos



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Una vez terminado el análisis de resultados, se puede concluir que el personal administrativo tiene serios problemas en la obtención de información estadísticas y precisa sobre los consumos y pagos históricos de los contribuyentes de la junta del agua en la comuna Palmar, por lo tanto, existe una necesidad de desarrollar una solución de inteligencia de negocios para el análisis de la información. Utilizando estos hallazgos como guía, se procede a efectuar el proceso del diseño del BI para mejorar la experiencia en la recopilación y análisis de la información y toma de decisiones para el fortalecimiento en la gestión administrativa de la Junta.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

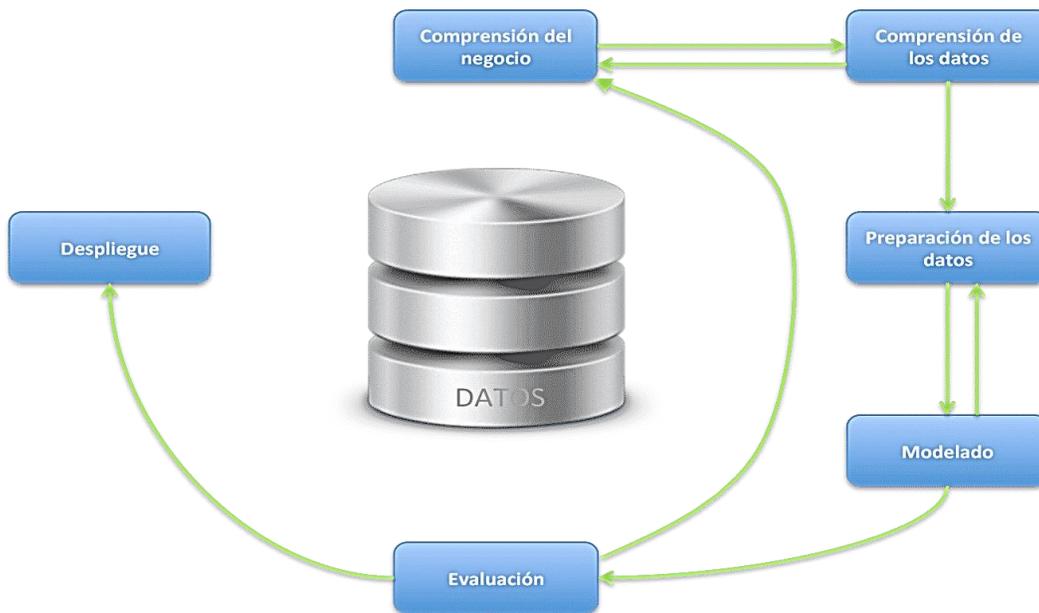
Con el propósito de abordar la problemática expuesta en este documento, en este apartado se presenta una herramienta desarrollada como resultado de una investigación previa llevada a cabo en la Junta del Agua de la Comuna Palmar. Se aborda la herramienta de inteligencia de negocios desde una perspectiva integral, dando a conocer la metodología de desarrollo de la propuesta.

3.1. Metodología del desarrollo de la propuesta

El desarrollo de la herramienta de inteligencia de negocios se basó en el uso de metodologías, las cuales guiaron el flujo de trabajo y garantizaron el cumplimiento de los requisitos.

Se seleccionó la metodología CRISP-DM para la creación de la solución de BI. Esta metodología, según Galán (2015), normaliza el ciclo de vida de un proyecto en seis fases. Además, ofrece guías estructuradas y niveles que la hacen accesible para usuarios familiarizados con bases de datos y estadística. La Figura 8 ilustra el ciclo de vida de la metodología CRISP-DM.

Figura 8
Ciclo de vida de la metodología



Nota: Pasos a seguir en la metodología del proyecto

3.1.1. Comprensión del Negocio

Para comprender la situación actual y determinar las necesidades de la Junta del Agua de la comuna Palmar, se llevaron a cabo entrevistas con el personal administrativo y operativo. En las reuniones con el personal administrativo, se abordó la importancia de contar con un sistema de información que permita un mejor conocimiento de la situación actual de la Junta del Agua. Este sistema deberá generar información útil para la toma de decisiones, como, por ejemplo: control de picos altos y bajos de consumo de agua, tiempo de vida de los medidores, eficiencia en los pagos por periodos, con el objetivo de analizar las tendencias y patrones presentes en la información, se realizarán comparaciones entre diferentes conjuntos de datos.

Luego de comprender la problemática a fondo, se dio inicio a la gestión y desarrollo de una estructura dimensional con el fin de integrar la información necesaria para la solución de BI.

3.1.2. Comprensión de los Datos

La propuesta se sustenta en información real de los usuarios de la Junta del Agua, incluyendo datos personales extraídos de la base de datos relacional actual.

Con el fin de identificar las variables que se calculan a partir del consumo histórico, se recopiló información. Esto permitió un análisis detallado de los registros y una mejor comprensión del comportamiento de los datos.

3.1.3. Preparación de los Datos

En esta fase, los datos fueron objeto de un proceso de limpieza, transformación e integración para asegurar su consistencia y exactitud. Esto implicó la corrección de datos y la normalización de formatos mediante el diseño del ETL.

3.1.4. Modelado

Con el fin de optimizar el rendimiento y la eficiencia al realizar consultas, se diseñó una estructura dimensional. Esta estructura está compuesta por un conjunto de tablas de dimensiones que se relacionan con una tabla de hechos principal, la cual contiene información agregada de los objetivos que se desean analizar.

3.1.5. Evaluación

Para evaluar nuestra propuesta, utilizamos datos del histórico de consumo de agua de la Comuna de Palmar. Estos datos se obtienen de los registros de consumo de cada usuario, almacenados en la base de datos de la Junta del Agua.

Para asegurar que cada dato cumple con los requisitos necesarios, se verifican los siguientes aspectos:

1. **Validez:** Los datos deben ser precisos y representar la realidad del consumo de agua.
2. **Consistencia:** Los datos deben ser coherentes entre sí y con la realidad del consumo de agua en la comuna.
3. **Actualización:** Los datos deben ser actualizados regularmente para reflejar los cambios en el consumo de agua.
4. **Relevancia:** Los datos deben ser relevantes para los objetivos del análisis y la toma de decisiones.
5. **Accesibilidad:** Los datos deben ser accesibles para los usuarios que los necesitan en un formato claro y comprensible.

3.1.6. Despliegue

La estructura transaccional original de la base de datos de la Junta del Agua era compleja y limitaba la generación de informes a consultas simples. Se diseñó una estructura dimensional que agilizó los tiempos de consulta y permitió relacionar información para realizar

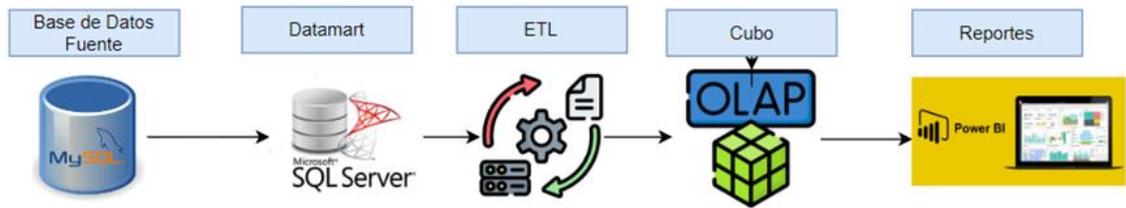
comparaciones y análisis más profundos, lo que ha mejorado la toma de decisiones, la identificación de tendencias y la optimización del uso del agua en la Comuna de Palmar.

Se procedió con la socialización y a la vez capacitación sobre la herramienta Power BI para que tengan una mejor comprensión de navegación e interpretación de la información que proporcionan los reportes diseñados.

3.2. Propuesta de la Solución

Para solucionar los problemas planteados en la Junta del Agua, se propone desarrollar una herramienta de inteligencia de negocios como la que se muestra en la Figura 9.

Figura 9
Propuesta de solución



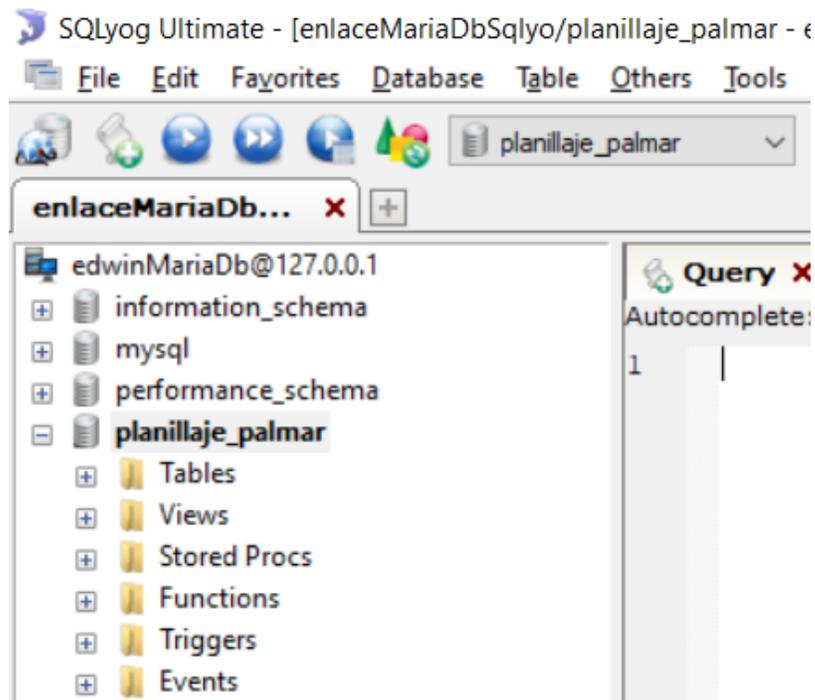
Nota: pasos de la herramienta BI, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.1. Fuente de datos

La Junta del Agua de la Comuna Palmar me proporcionó un respaldo de la base de datos relacional actual que se encuentra en MySQL tal y como se puede apreciar en la figura 10.

Figura 10

Fuentes de datos



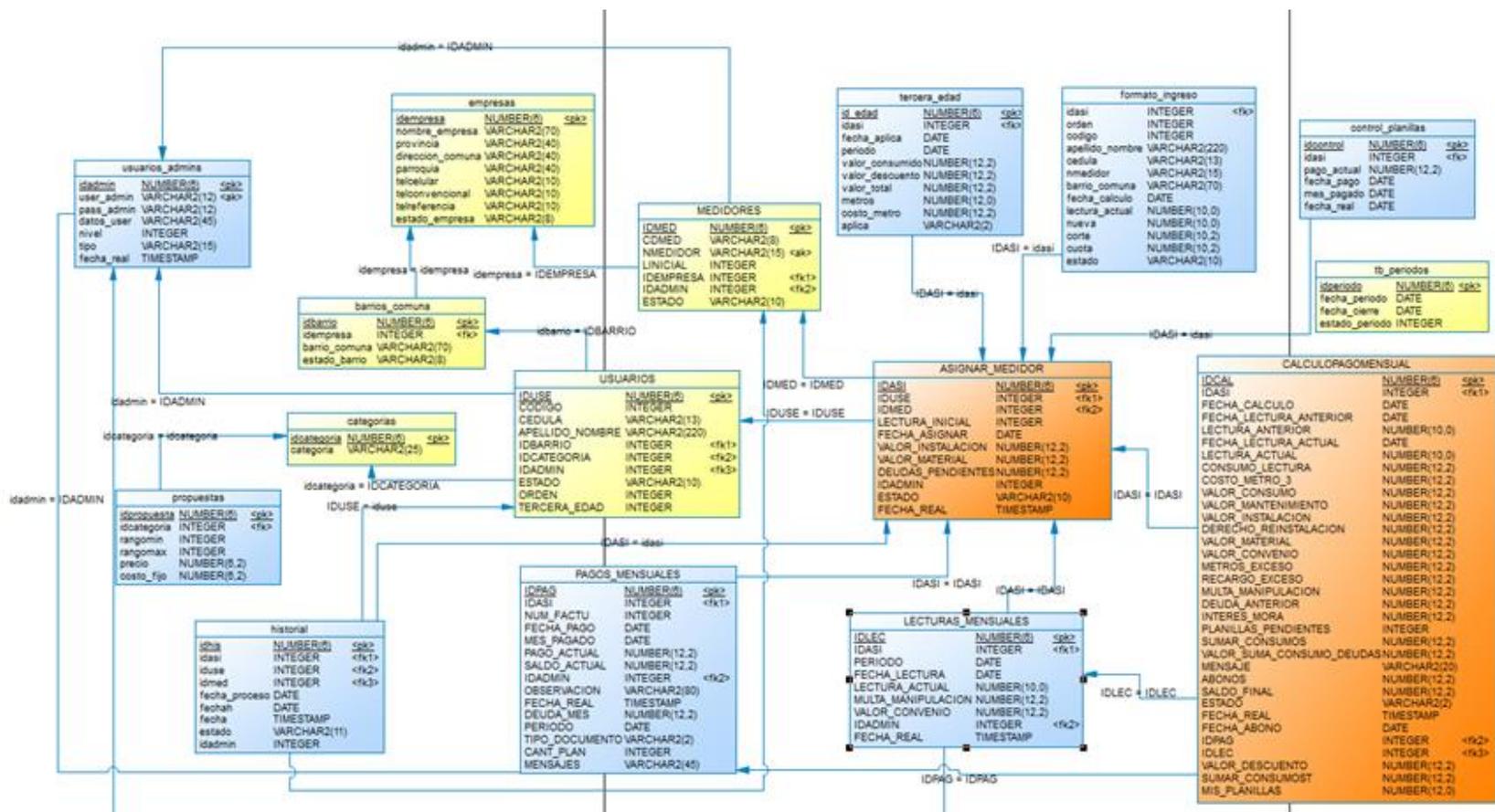
Nota: Splyog, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La actual arquitectura de la base de datos de la Junta del Agua, compuesta por más de 20 tablas, si bien facilita la realización de diversos procesos y resguarda la integridad de la información, presenta dificultades para la generación de informes.

Tras un análisis exhaustivo de las necesidades de la Junta del Agua, se seleccionaron las entidades clave para la estructura dimensional de la base de datos. Esta selección se basó en los requerimientos específicos expresados por el personal administrativo durante las entrevistas realizadas.

La figura 11 muestra de color amarillo y naranja las tablas que fueron seleccionadas para la creación del modelo dimensional:

Figura 11
Modelo transaccional



Nota: Modelo físico del sistema transaccional actual de la junta del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Cada entidad tiene una característica distinta, como se detalla a continuación en la tabla 3

Tabla 3

Características principales del modelo transaccional

Tabla	Descripción
barrios_comuna	Contiene información de los barrios que conforman la comuna palmar.
categorías	Contiene información sobre las diferentes categorías en las que se clasifican a los usuarios.
empresas	Contiene información sobre la empresa en este caso la junta del agua.
medidores	Contiene información sobre los medidores que son asignados a los usuarios finales.
usuarios	Contiene información sobre los usuarios finales.
tb_periodos	Contiene información de los periodos que se cierran y abren en base al tiempo.
asigna_medidor	Contiene información sobre la asignación del medidor al usuario final.
calculopagomensual	Registra el planillaje mensual de todos los medidores.

Nota: Descripción del modelo transaccional, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.2. Datamart

Las dimensiones se las creó en la herramienta SqlServer mediante la unificación de distintas tablas que conformarían las diferentes dimensiones.

La dimensión Dim_Usuarios se construye a partir de la información contenida en las tablas Usuarios, Barrios_Comunas, Categorías y Empresa de la base de datos original. Estas tablas conforman el origen de datos que, tras un proceso de limpieza para garantizar su calidad, alimentan la dimensión.

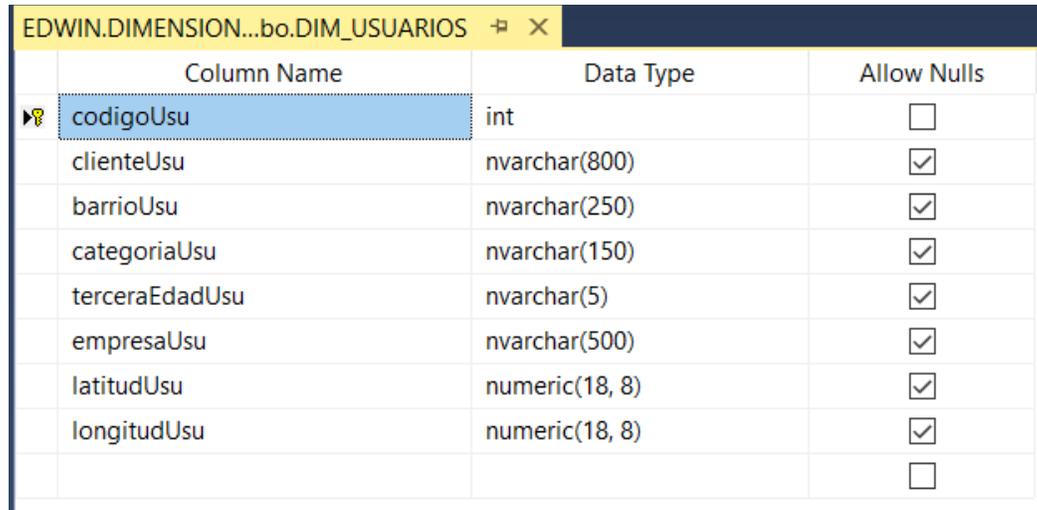
La dimensión Dim_Usuarios se compone de los siguientes atributos:

- codigoUsu: Código único de identificación del usuario.
- clienteUsu: Contiene los nombres del cliente.
- barrioUsu: Barrio o comuna donde reside el usuario.
- categoriaUsu: Categoría a la que pertenece el usuario.
- terceraEdadUsu: Indica si el usuario es de la tercera edad.
- empresaUsu: Empresa a la que pertenece el usuario.
- latitudUsu: Latitud de la ubicación del barrio.
- longitudUsu: Longitud de la ubicación del barrio.

La Figura 12 ilustra la estructura de la dimensión "Usuarios" y sus atributos.

Figura 12

Dimensión usuarios



	Column Name	Data Type	Allow Nulls
PK	codigoUsu	int	<input type="checkbox"/>
	clienteUsu	nvarchar(800)	<input checked="" type="checkbox"/>
	barrioUsu	nvarchar(250)	<input checked="" type="checkbox"/>
	categoriaUsu	nvarchar(150)	<input checked="" type="checkbox"/>
	terceraEdadUsu	nvarchar(5)	<input checked="" type="checkbox"/>
	empresaUsu	nvarchar(500)	<input checked="" type="checkbox"/>
	latitudUsu	numeric(18, 8)	<input checked="" type="checkbox"/>
	longitudUsu	numeric(18, 8)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Nota: código de usuarios, Elaborado por: Edwin Gonzabay

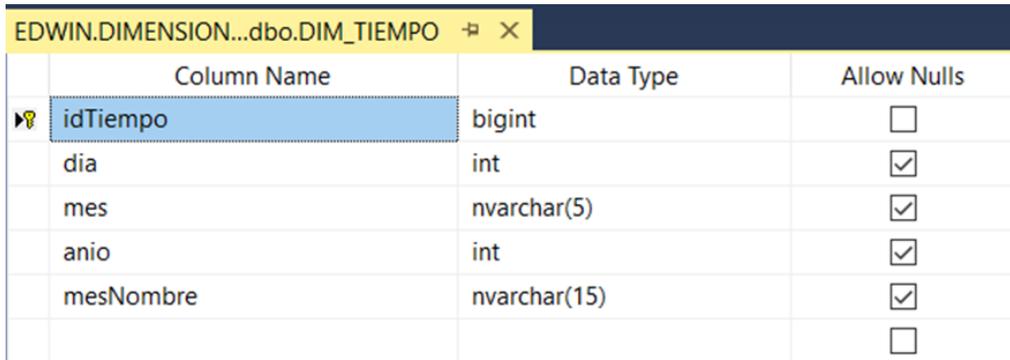
La dimensión Dim_Tiempo se construye a partir de las fechas presentes en la tabla transaccional. Esta dimensión se compone de los siguientes campos:

- idTiempo: Identificador único de cada fecha.
- día: Día del mes.
- mes: Número del mes.
- año: Año de cuatro dígitos.
- mesNombre: Nombre del mes (por ejemplo, "Enero", "Febrero").

La Figura13 ilustra la estructura de la dimensión Dim_Tiempo y sus campos.

Figura 13

Dimensión Tiempo



Column Name	Data Type	Allow Nulls
idTiempo	bigint	<input type="checkbox"/>
dia	int	<input checked="" type="checkbox"/>
mes	nvarchar(5)	<input checked="" type="checkbox"/>
anio	int	<input checked="" type="checkbox"/>
mesNombre	nvarchar(15)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Nota: código de dimensión de tiempo, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La dimensión Dim_Periodos se crea directamente a partir de la información contenida en la tabla tb_periodos. Esta dimensión se compone de los siguientes campos:

- codigoPeri: Código único de identificación del período.
- fechaPeri: Fecha de inicio del período.
- fechaCierrePeri: Fecha de cierre del período.
- descripcionPeri: Descripción del período.

La estructura de la dimensión Dim_Periodos y sus campos se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Dimensión Periodos

Column Name	Data Type	Allow Nulls
codigoPeri	int	<input type="checkbox"/>
fechaPeri	date	<input checked="" type="checkbox"/>
fechaCierrePeri	date	<input checked="" type="checkbox"/>
descripcionPeri	nvarchar(100)	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Nota: código de dimensión de periodos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La dimensión Dim_Medidores se construye a partir de la información contenida en la tabla "Medidores". Esta dimensión se compone de los siguientes campos:

- codigoMed: Código único de identificación del medidor.
- numeroMed: Número de serie del medidor.
- estadoMed: Estado del medidor (instalado, dañado, etc.).
- empresaMed: Empresa a la que pertenece el medidor.
- lecturaInicialMed: Lectura inicial del medidor.
- fechaInstalacionMed: Fecha de instalación del medidor.

La estructura de la dimensión Dim_Medidores y sus campos se muestra en la Figura 15.

Figura 15

Dimensión Medidores

EDWIN.DIMENSION...o.DIM_MEDIDORES			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
PK	codigoMed	int	<input type="checkbox"/>
	numeroMed	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	estadoMed	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	empresaMed	nvarchar(500)	<input checked="" type="checkbox"/>
	lecturalInicialMed	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	fechaInstalacionMed	date	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Nota: Código de dimensión de medidores, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La dimensión Dim_Estado se alimentará de un filtro de los estados descriptivos de los registros de la tabla calculopagomensual y estará formada de los siguientes campos: codigoEst y descripcionEst.

La estructura de la dimensión Dim_Estado y sus campos se muestra en la Figura 16.

Figura 16

Dimensión Estado de planilla

EDWIN.DIMENSION..._ESTADOPLANILLA			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
PK	codigoEst	int	<input type="checkbox"/>
	descripcionEst	nvarchar(100)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Nota: Código de estado de planilla, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.3. Modelo Dimensional

Luego de crear la las dimensiones correspondientes, se procedió a la creación de la tabla de hechos denominada Hechos_Consumos para finalmente culminar con la creación completa del modelo dimensional: la tabla de hechos contiene los siguientes campos: codigCal, codigoUsu, codigMed, codigoEst, codigoPeri, codigoTiem, consumoLecturaHec, valorConsumoHec, valorMantenimientoHec, valorInstalacionHec, valorConvenioHec, valorManipulacionHec, sumarConsumosHec, abonosHec, valorDescuentoHec, diferenciaAniosHec, diferenciaAniosEnterosHec, deudaAnteriorHec, cosnumoLecturaAnteriorHec, abonoAnteriorHec.

La estructura de la tabla de hechos Hechos_Consumos y sus campos se muestra en la Figura 17.

Figura 17

Hechos de consumo

Column Name	Data Type	Allow Nulls
codigoCal	int	<input type="checkbox"/>
codigoUsu	int	<input checked="" type="checkbox"/>
codigoMed	int	<input checked="" type="checkbox"/>
codigoEst	int	<input checked="" type="checkbox"/>
codigoPeri	int	<input checked="" type="checkbox"/>
codigoTiem	bigint	<input checked="" type="checkbox"/>
consumoLecturaHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
valorConsumoHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
valorMantenimientoHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
valorInstalacionHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
valorConvenioHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
valorManipulacionHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
sumarConsumosHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
abonosHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
valorDescuentoHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
diferenciaAniosHec	numeric(18, 8)	<input checked="" type="checkbox"/>
diferenciaAniosEnterorHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
deudaAnteriorHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
consumoLecturaAnteriorHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
abonoAnteriorHec	numeric(18, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: código de hechos de consumo, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La tabla 4 detalla la información almacenada en las dimensiones y tabla de hechos.

Tabla 4

Dimensiones y tabla de hechos

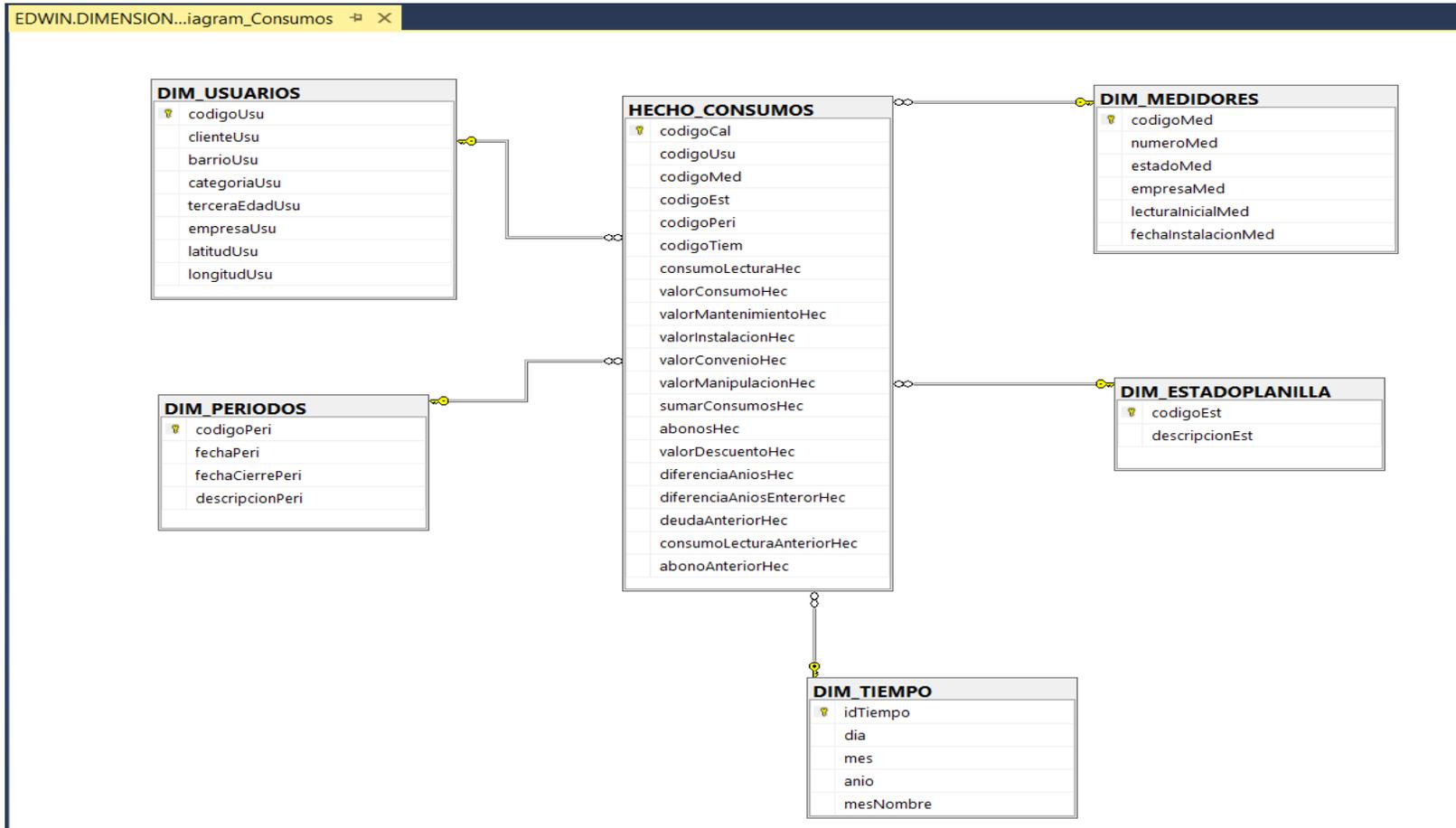
Dimensiones	Descripción
DimUsuarios	Esta dimensión contiene información de los usuarios
DimTiempo	Esta dimensión contiene información de las fechas
DimPeriodos	Esta dimensión contiene información de los periodos de

	planillaje
DimMedidores	Esta dimensión contiene información de los medidores
DimEstadoPlanilla	Esta dimensión contiene información de los estados de las planillas
Hechos	Esta tabla contiene información numérica e identificadora de todas las dimensiones.

Nota: Descripción con sus dimensiones, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 18

Diagrama del modelo dimensional



Nota: Distribución de las distintas dimensiones, Elaborado por: Edwin Gonzabay

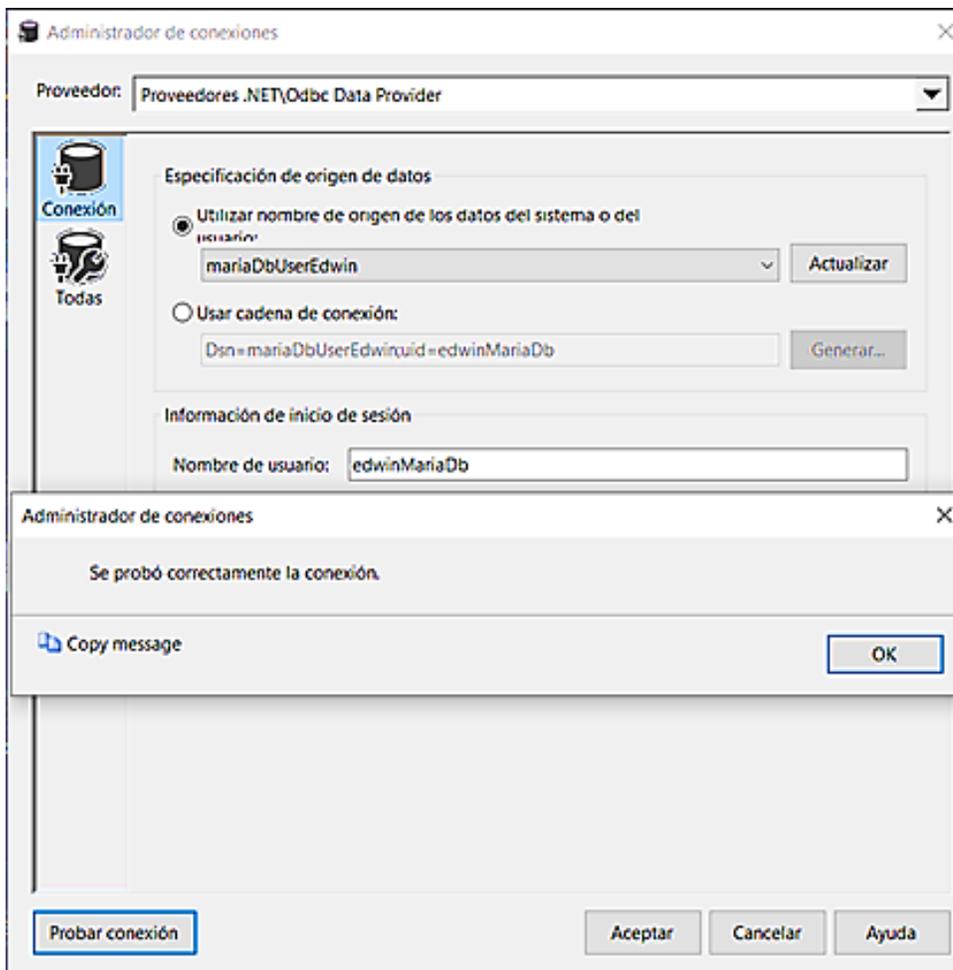
3.2.4. ETL

El proceso ETL se desarrolló creando un proyecto de integration services de la herramienta visual studio, enlazándola con un backup de la base de datos de la junta del agua de palmar.

La figura 19 muestra la conexión a la base de datos relacional en mysql:

Figura 19

Base de datos relacional mysql

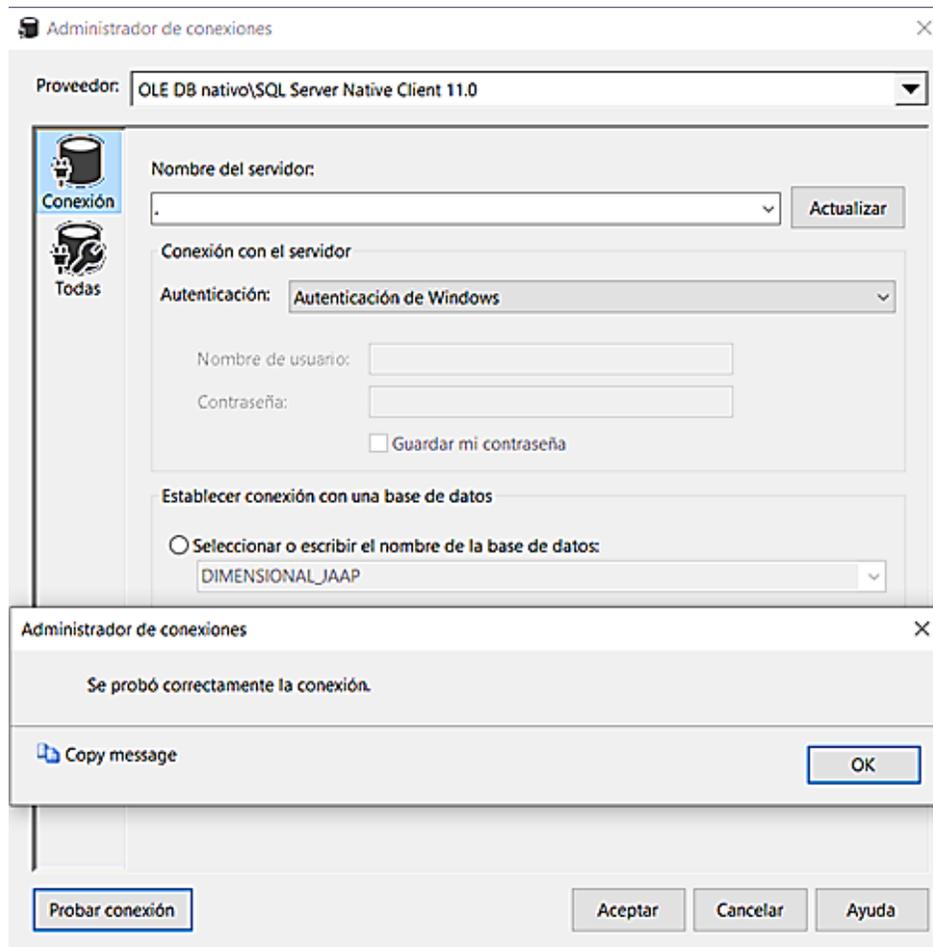


Nota: proveedores de datos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La figura 20 muestra la conexión a la base de datos dimensional en sqlServer:

Figura 20

Base de datos dimensional en sqlServer

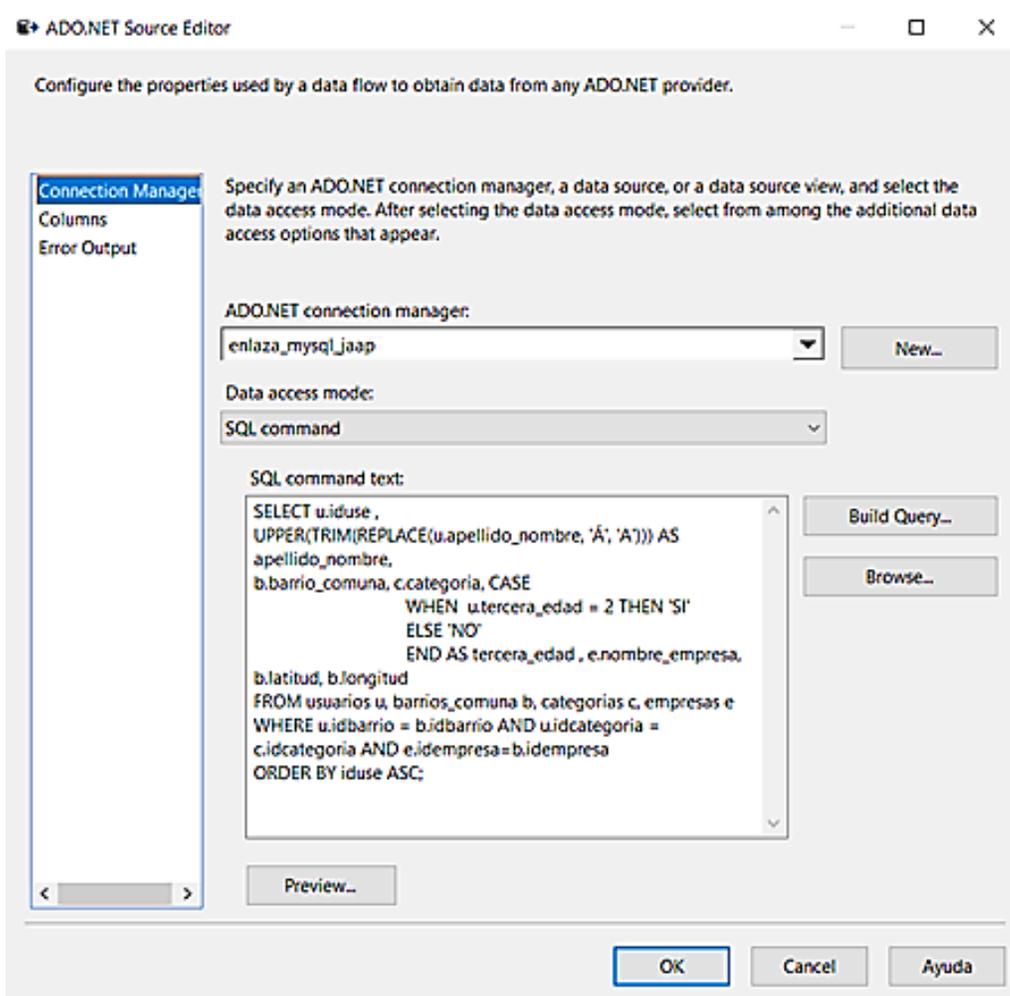


Nota: Datos sdlServer, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La Figura 21, muestra el script que se realizó empleando una consulta que permite extraer los datos desde la fuente origen (usuarios, barrios_comuna, categorías, empresas), para poder llevarlos a su destino (DimUsuarios) como se visualiza en la Figura 22.

Figura 21

Script de migración



Nota: Migración, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 22

Datos

Preview Query Results

Query result (up to the first 200 rows):

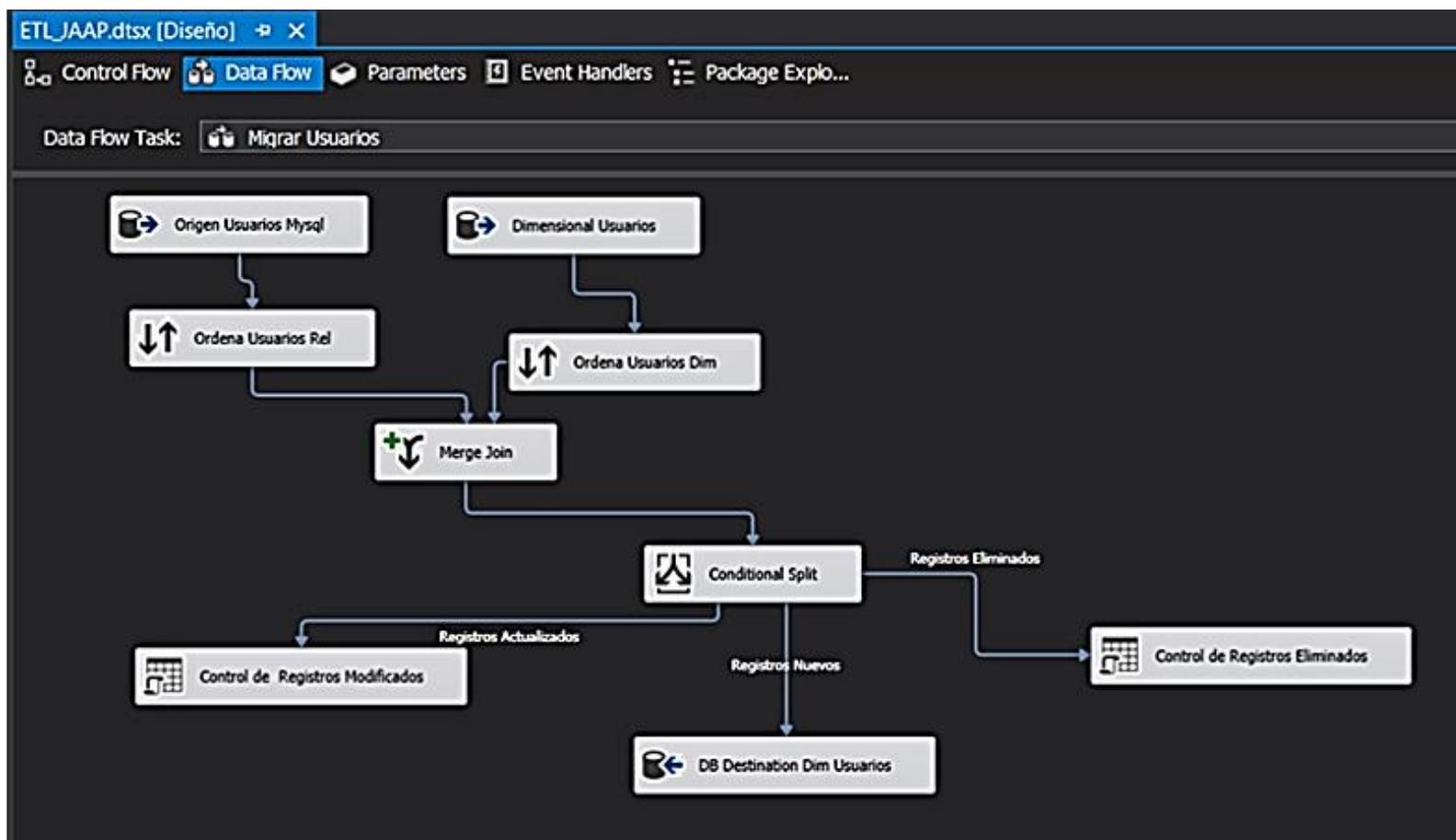
iduse	apellido...	barrio_c...	categoria	tercera_...	nombre...	latitud	longitud
1	NATIVI ...	CRUCE ...	RESIDE...	SI	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
2	MALAV...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
3	MALAV...	CRUCE ...	RESIDE...	SI	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
4	MALAV...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
5	MALAV...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
6	MALAV...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
7	MALAV...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
8	MALAV...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
9	TOMAL...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
10	PIGUAV...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
11	BRIONE...	CRUCE ...	RESIDE...	SI	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
12	BRIONE...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
13	QUINTA...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
14	PALACL...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
15	SANCH...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...
16	ACEBO ...	CRUCE ...	RESIDE...	NO	JUNTA ...	-2.024...	-80.72...

Close

Nota: Lista de datos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 23

Tarea de flujo de datos para la dimensión Usuarios

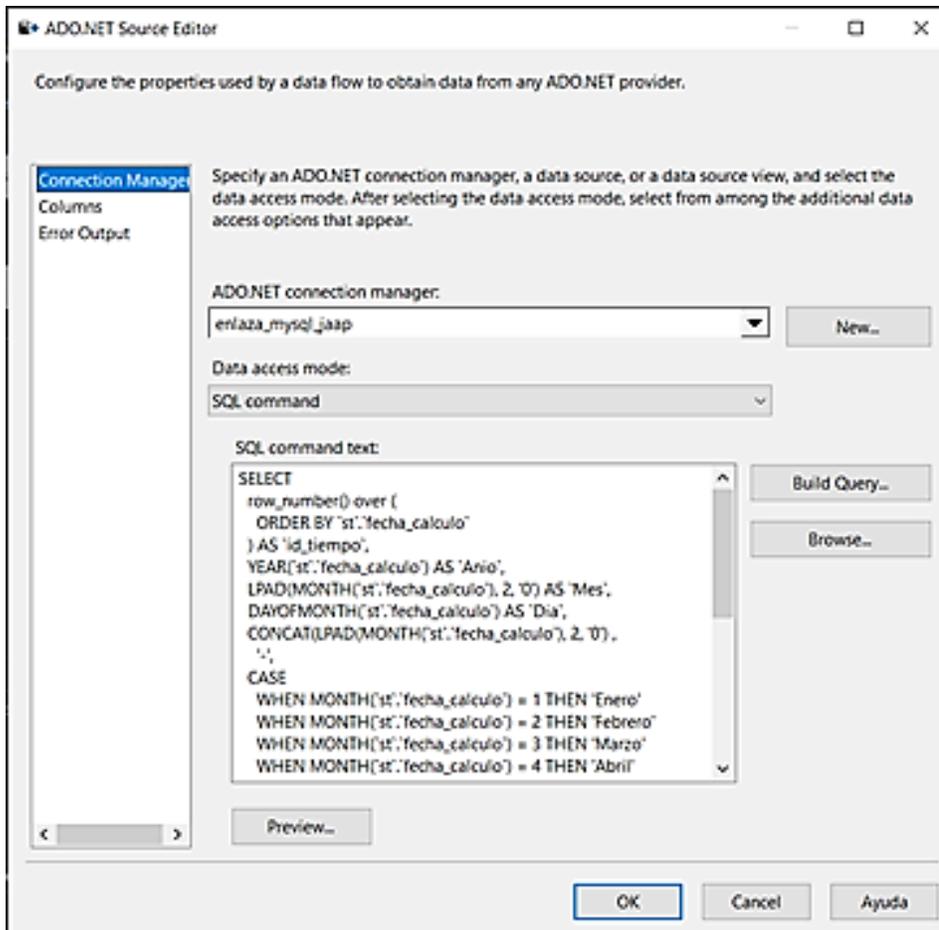


Nota: Proceso con la codificación de dimensión de usuarios, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La Figura 24, muestra el script que se realizó empleando una consulta que permite extraer los datos desde la fuente origen(calculopagomensual), para poder llevarlos a su destino (DimTiempo) como se visualiza en la Figura 25.

Figura 24

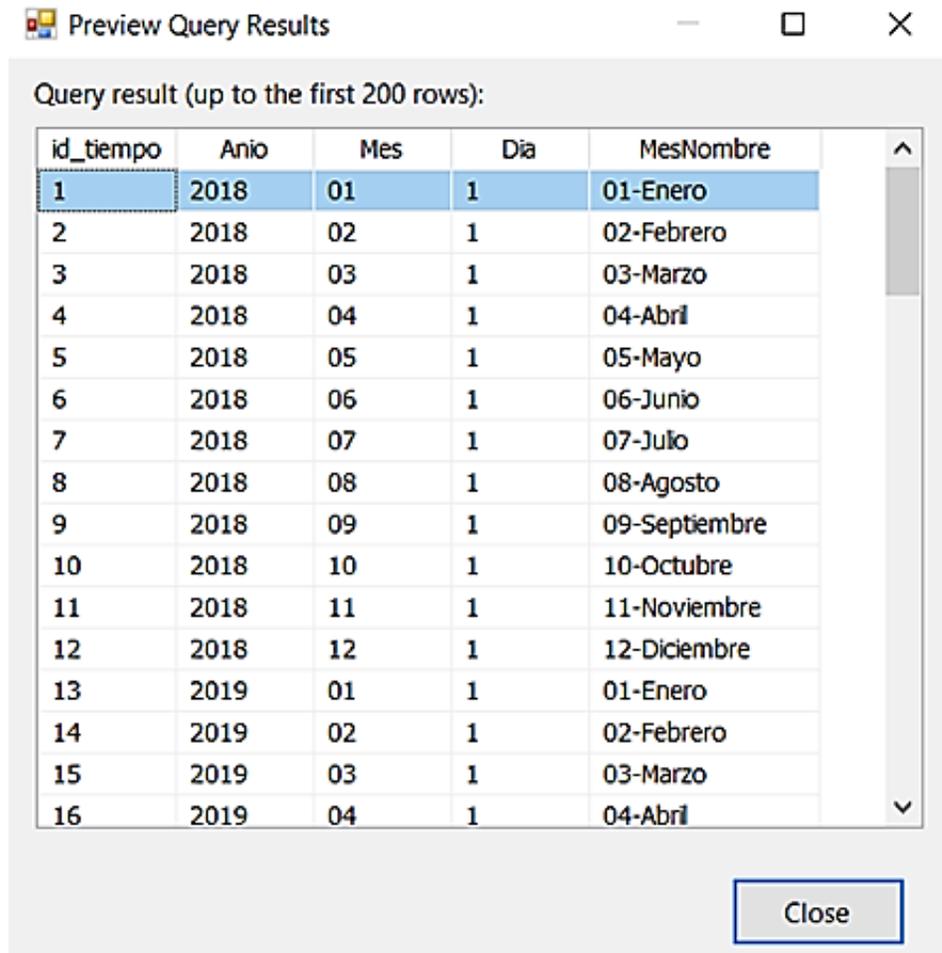
Script de migración



Nota: Migración, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 25

Datos



Preview Query Results

Query result (up to the first 200 rows):

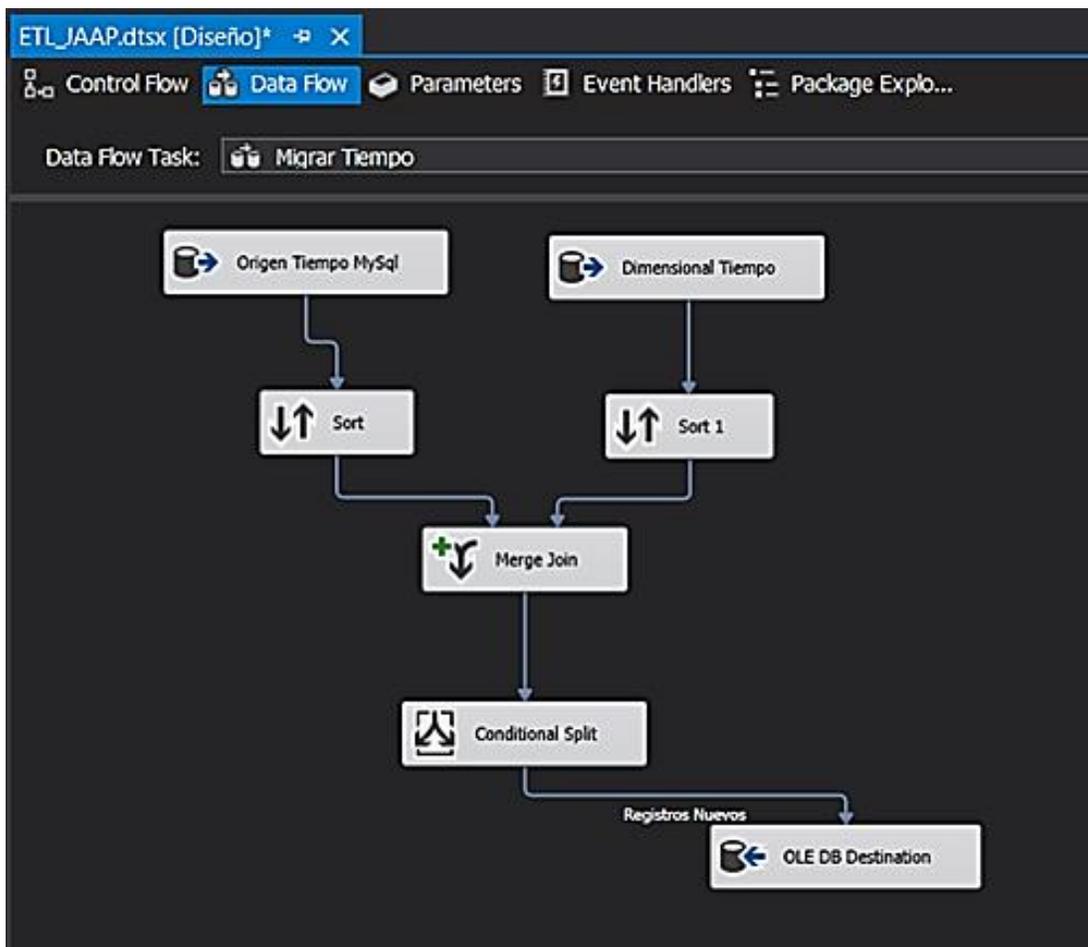
id_tiempo	Anio	Mes	Dia	MesNombre
1	2018	01	1	01-Enero
2	2018	02	1	02-Febrero
3	2018	03	1	03-Marzo
4	2018	04	1	04-Abril
5	2018	05	1	05-Mayo
6	2018	06	1	06-Junio
7	2018	07	1	07-Julio
8	2018	08	1	08-Agosto
9	2018	09	1	09-Septiembre
10	2018	10	1	10-October
11	2018	11	1	11-Noviembre
12	2018	12	1	12-Diciembre
13	2019	01	1	01-Enero
14	2019	02	1	02-Febrero
15	2019	03	1	03-Marzo
16	2019	04	1	04-Abril

Close

Nota: Lista de datos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 26

Tarea de flujo para la dimensión Tiempo

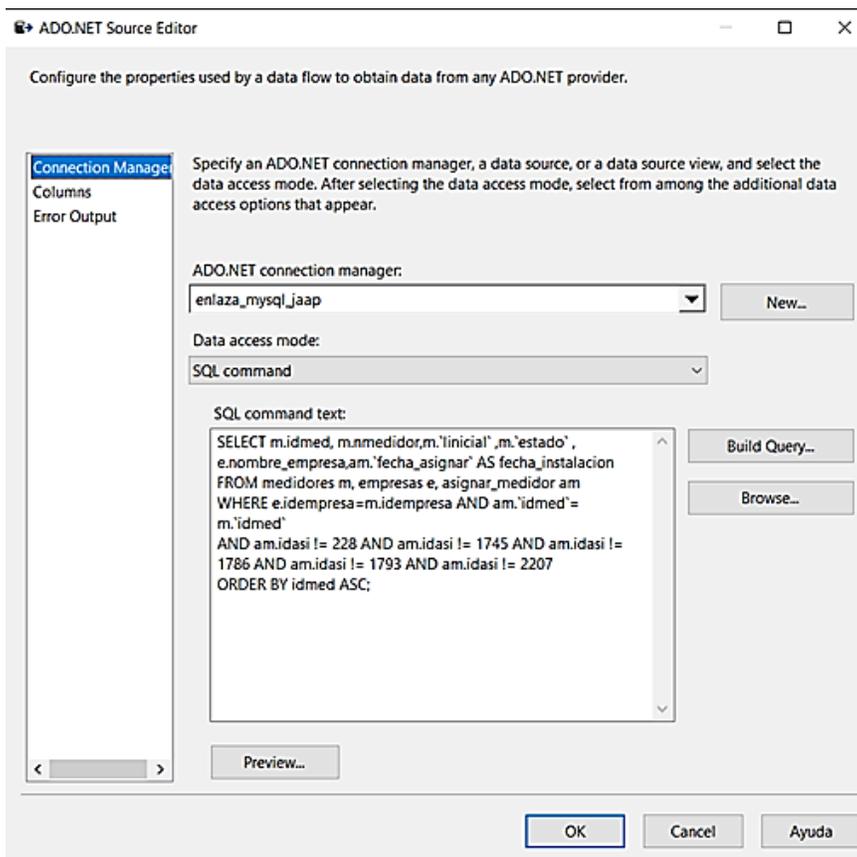


Nota: Proceso de dimensión de tiempo, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La Figura 27, muestra el script que se realizó empleando una consulta que permite extraer los datos desde la fuente origen (medidores, empresas, asignar medidor), para poder llevarlos a su destino (DimMedidor) como se visualiza en la Figura 28.

Figura 27

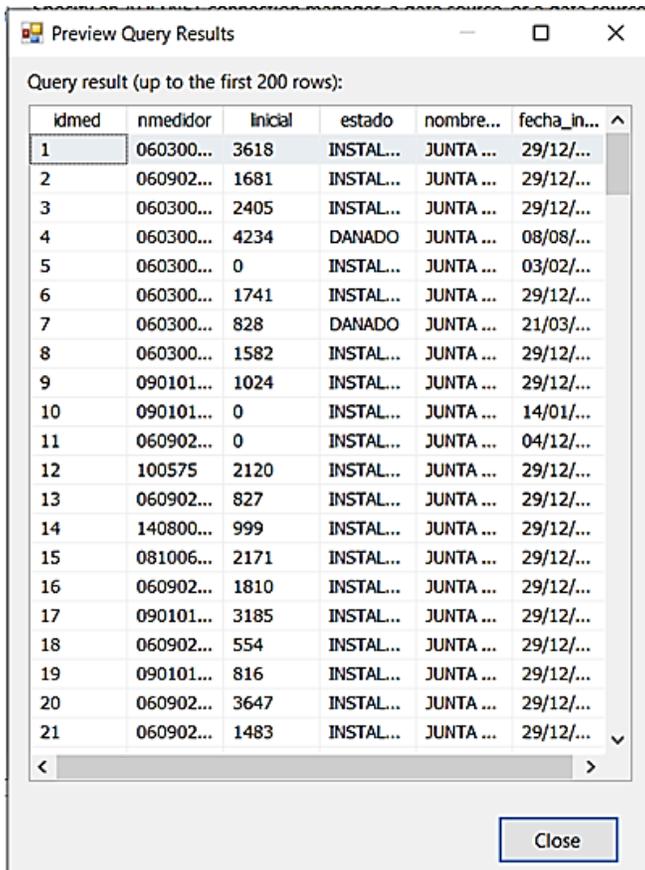
Script de migración



Nota: Migración, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 28

Datos



Query result (up to the first 200 rows):

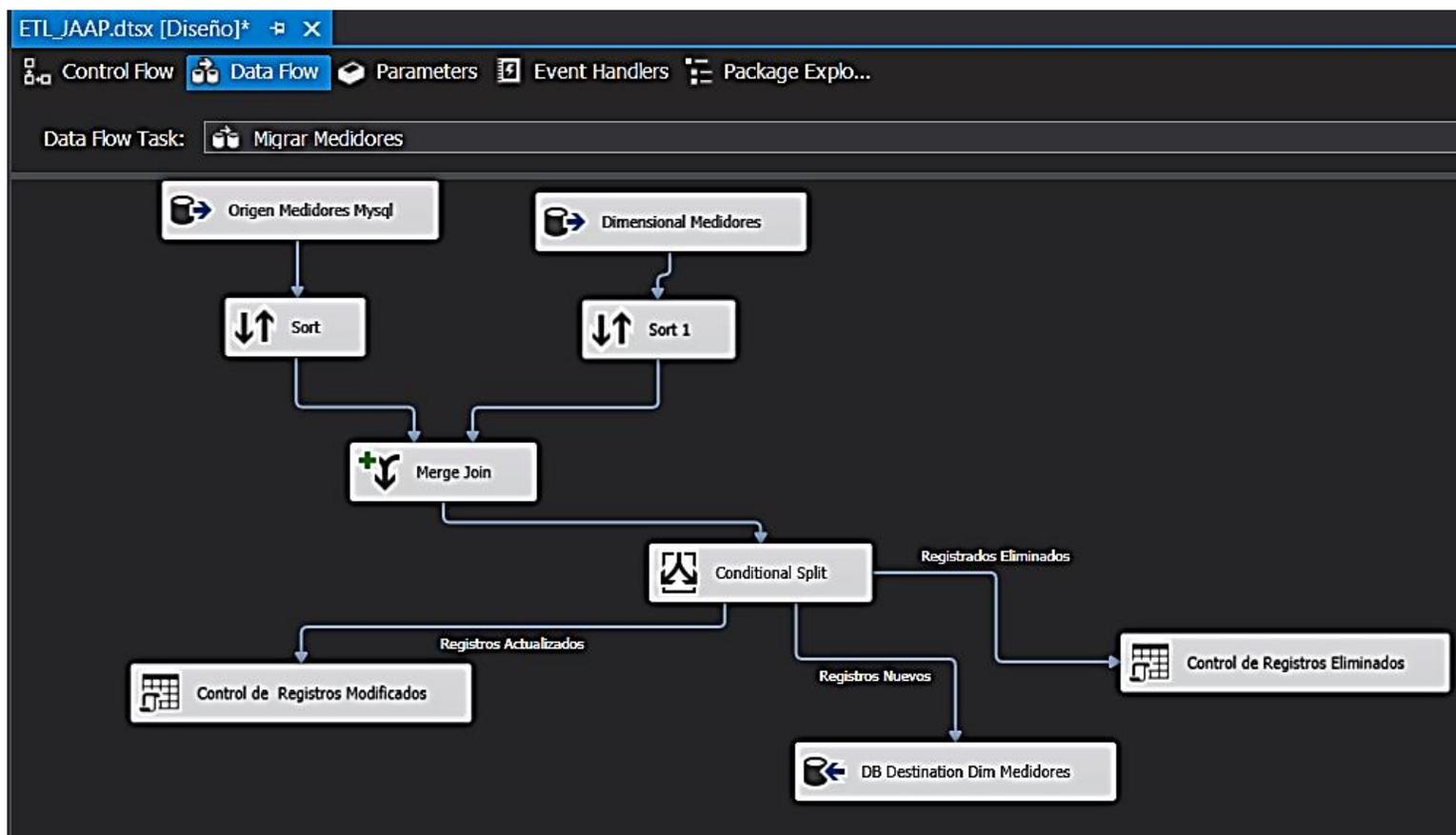
idmed	nmedidor	inicial	estado	nombre...	fecha_in...
1	060300...	3618	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
2	060902...	1681	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
3	060300...	2405	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
4	060300...	4234	DANADO	JUNTA ...	08/08/...
5	060300...	0	INSTAL...	JUNTA ...	03/02/...
6	060300...	1741	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
7	060300...	828	DANADO	JUNTA ...	21/03/...
8	060300...	1582	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
9	090101...	1024	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
10	090101...	0	INSTAL...	JUNTA ...	14/01/...
11	060902...	0	INSTAL...	JUNTA ...	04/12/...
12	100575	2120	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
13	060902...	827	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
14	140800...	999	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
15	081006...	2171	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
16	060902...	1810	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
17	090101...	3185	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
18	060902...	554	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
19	090101...	816	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
20	060902...	3647	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...
21	060902...	1483	INSTAL...	JUNTA ...	29/12/...

Close

Nota: Lista de datos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 29

Tarea de flujo de datos para dimensión Medidores

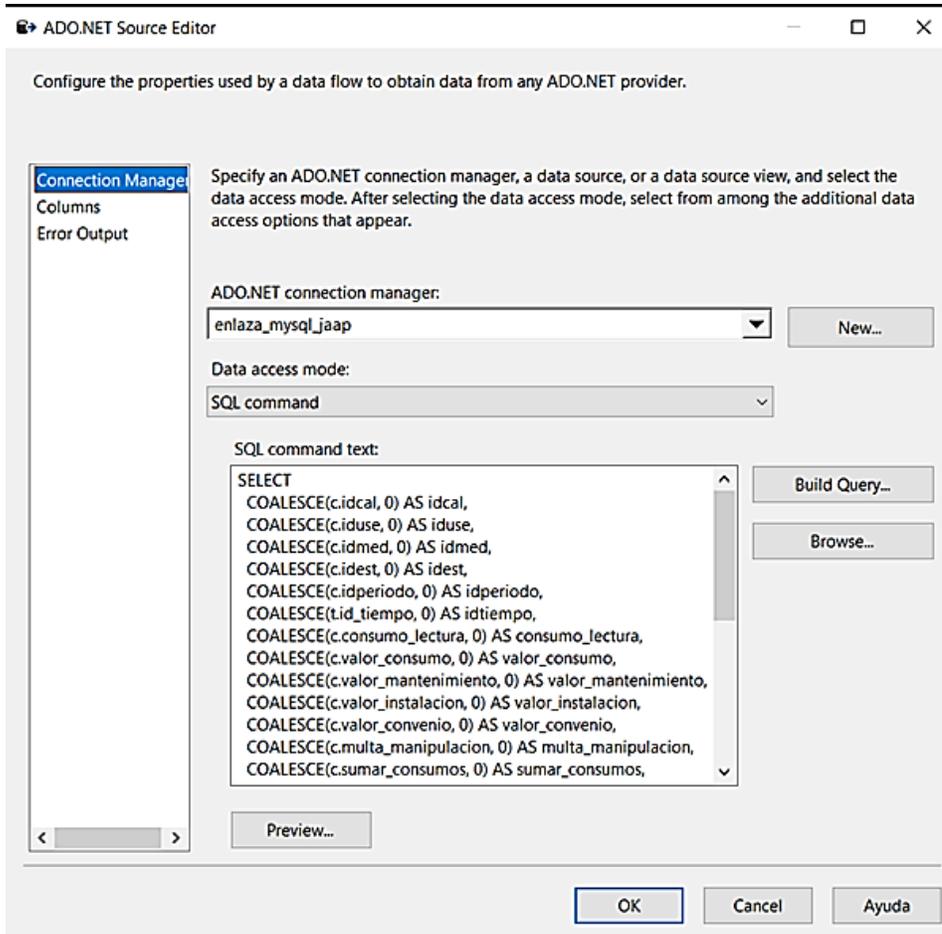


Nota: Proceso de dimensiones de medidores, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La Figura 30, muestra el script que se realizó empleando una consulta que permite extraer los datos desde la fuente origen (asignar medidor y calculopagomensual), para poder llevarlos a su destino tabal de hechos (Hecho Consumos) como se visualiza en la Figura 31.

Figura 30

Script de migración



Nota: Migración, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 31

Datos

Preview Query Results

Query result (up to the first 200 rows):

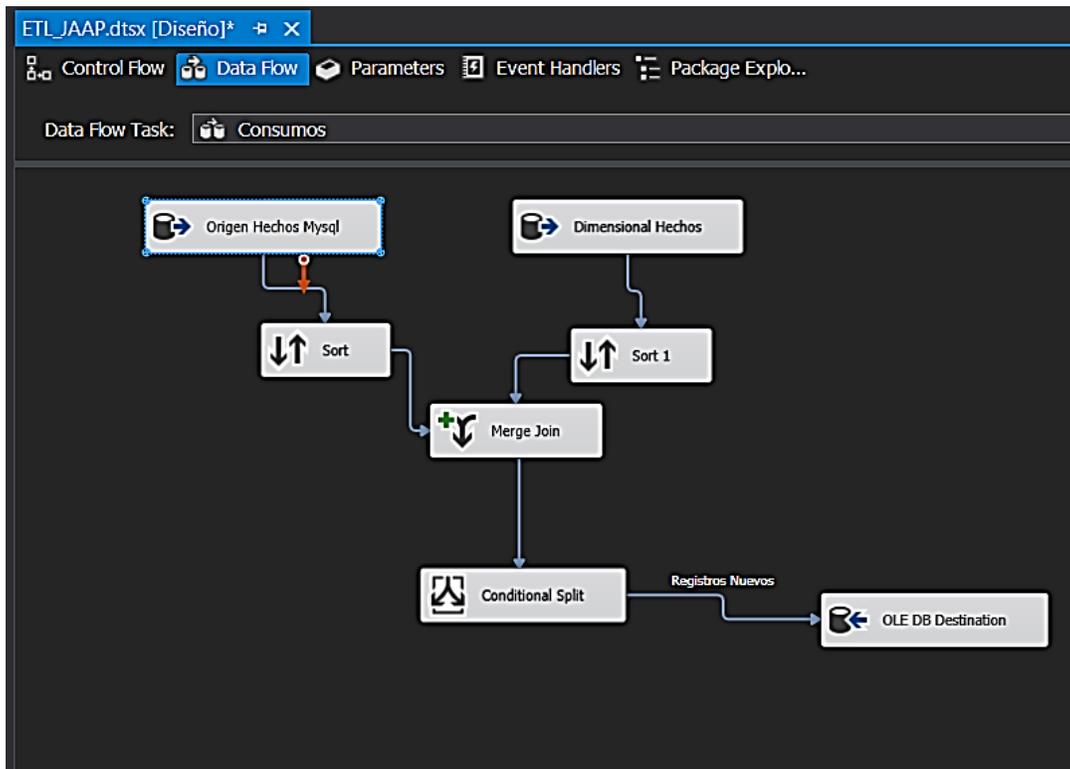
idcal	iduse	idmed	idest	idperiodo	idtiempo	consum...	valor_c...	valor_m...	valor_in...	valor
1710	1476	1476	2	3	1	52.00	44.20	2.00	0.00	0.00
1709	1	1	2	3	1	30.00	21.00	1.50	0.00	0.00
1711	1695	1695	2	3	1	11.00	7.70	1.50	0.00	0.00
1712	2	2	1	3	1	9.00	6.30	1.25	0.00	0.00
1713	3	3	2	3	1	26.00	18.20	1.50	0.00	0.00
1714	4	4	2	3	1	34.00	23.80	1.50	0.00	0.00
1715	5	5	1	3	1	32.00	22.40	1.50	0.00	0.00
1716	6	6	2	3	1	6.00	4.20	1.25	0.00	0.00
1718	8	8	1	3	1	9.00	6.30	1.25	0.00	0.00
1719	1488	1488	1	3	1	4.00	2.80	1.25	0.00	0.00
1720	9	9	2	3	1	11.00	7.70	1.50	0.00	0.00
1721	1707	1707	2	3	1	1.00	0.70	1.25	0.00	0.00
1722	10	10	1	3	1	29.00	20.30	1.50	0.00	0.00
1723	676	676	2	3	1	10.00	7.00	1.50	0.00	0.00
1724	677	677	2	3	1	24.00	16.80	1.50	0.00	0.00
1725	1497	1497	1	3	1	6.00	4.20	1.25	0.00	0.00
1726	11	11	1	3	1	38.00	26.60	1.50	0.00	0.00
1727	12	12	1	3	1	9.00	6.30	1.25	0.00	0.00
1728	678	678	2	3	1	27.00	18.90	1.50	0.00	0.00
1729	13	13	1	3	1	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00
1730	679	679	1	3	1	22.00	15.40	1.50	0.00	0.00
1731	14	14	2	3	1	14.00	9.80	1.50	0.00	0.00
1732	680	680	1	3	1	20.00	14.00	1.50	0.00	0.00

Close

Nota: Lista de datos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 32

Tarea de flujo de datos para tabla de hechos Consumos

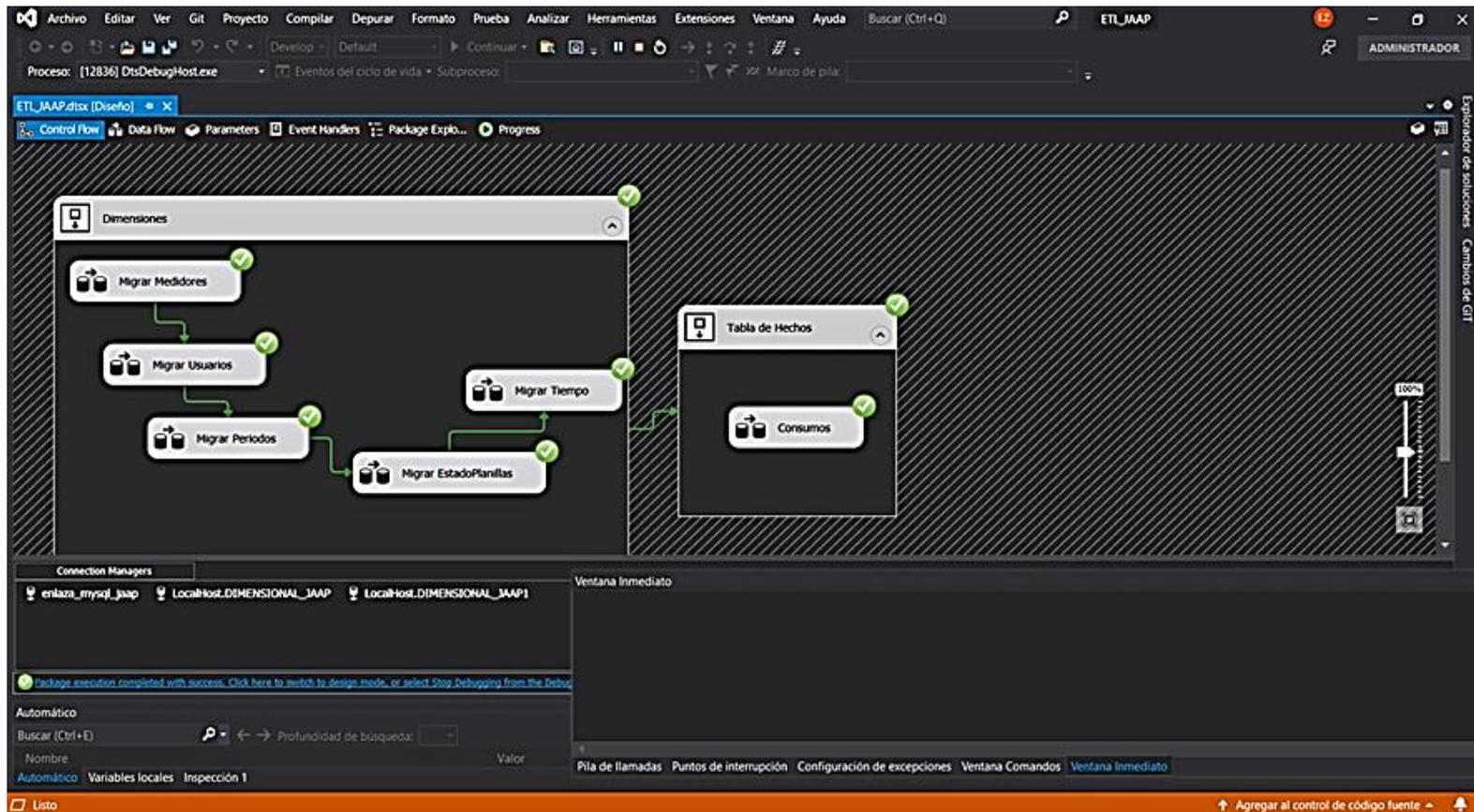


Nota: Proceso de hechos de consumos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Luego de crear todas las tareas de flujo de datos para la migración de las dimensiones y la tabla de hechos se ejecutó el proceso completo tal como muestra la siguiente figura 33:

Figura 33

Tarea de flujo de migración de dimensiones y tablas de hechos



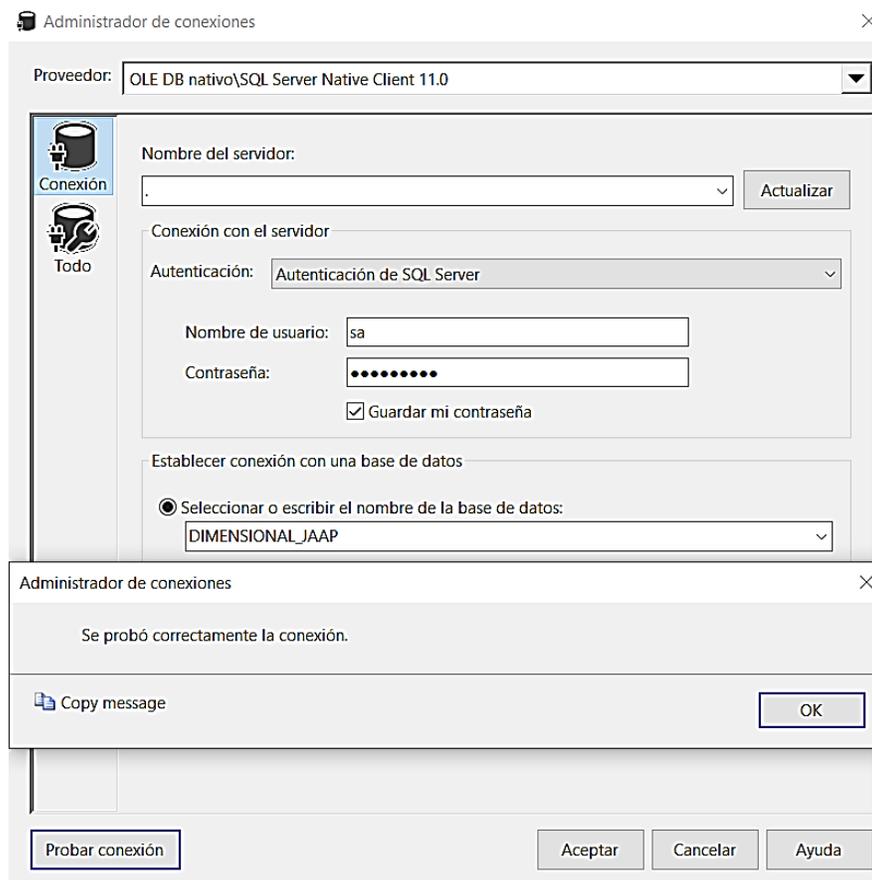
Nota: Proceso de dimensiones y tablas de hechos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.5. Cubo OLAP

El proceso de creación del cubo OLAP se desarrolló creando un proyecto de analysis services de la herramienta visual studio, enlazándola ahora a la base de datos dimensional denominada Dimensional_Jaap como muestra la figura 34.

Figura 34

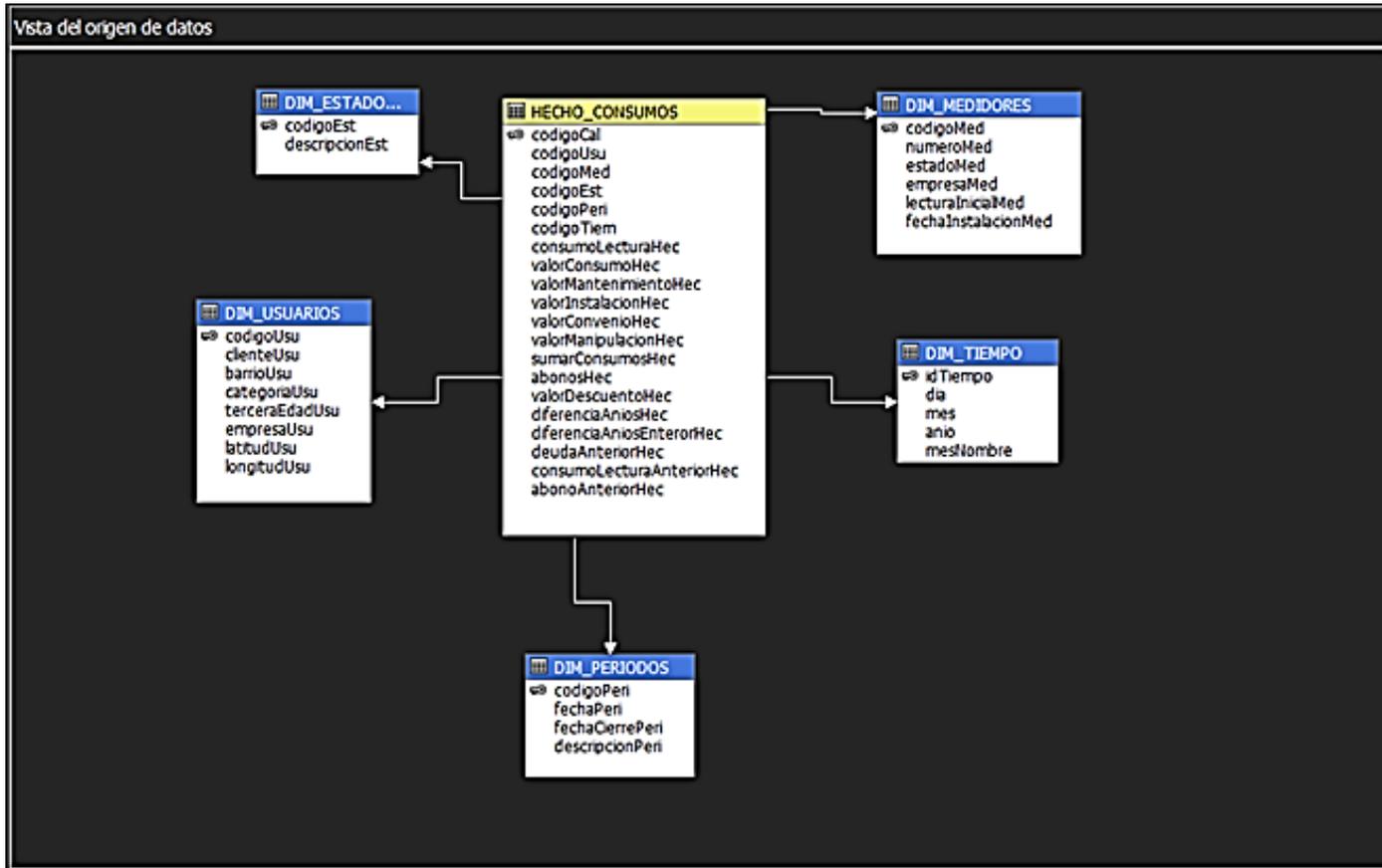
Conexión a la base de datos dimensional



Nota: Datos dimensional, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 35

Estructura del Cubo Olap



Nota: Cubo OLAP, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 36

KPI para el control de la vida útil de los medidores

Nombre: KPIAniosMedidores

Grupo de medida asociado: HECHO CONSUMOS

Expresión de valor: [Measures].[Diferencia Anios Enteror Hec]

Expresión objetivo: No se encontraron problemas.

Estado: Semáforo

Expresión de estado: CASE WHEN ISEMPY(KPIVALUE ("KPIAniosMedidores")) THEN NULL WHEN KPIVALUE ("KPIAniosMedidores") > 5 THEN -1 WHEN KPIVALUE ("KPIAniosMedidores") < 3 THEN 1 ELSE 0

Nota: vida útil de los medidores, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 37, es un indicador que informa con estado de semaforización si el medidor del contribuyente de la junta del agua ha superado o no su vida útil considerando que si 5 años es el tiempo máximo de vida útil.

Figura 37

KPI para el control de deudas superiores a 100\$

The screenshot displays a configuration window for a KPI. The fields are as follows:

- KPI:**
 - Nombre: KPIcontroldeudas100
 - Grupo de medida asociado: HECHO CONSUMOS
- Expresión de valor:**
 - [Measures].[deudaReal]
 - ✓ No se encontraron problemas. Línea: 1 Carácter: 23 SPC CRLF
- Expresión objetivo:**
 - ✓ No se encontraron problemas. Línea: 1 Carácter: 1 SPC CRLF
- Estado:**
 - Indicador de estado: Semáforo
 - Expresión de estado:

```
CASE
  WHEN IEMPTY(KPIVALUE ("KPIcontroldeudas100")) THEN NULL
  WHEN KPIVALUE ("KPIcontroldeudas100") > 100 THEN -1
  WHEN KPIVALUE ("KPIcontroldeudas100") < 100 THEN 1
ELSE
  0
```
 - ✓ No se encontraron problemas. Línea: 7 Carácter: 4 SPC CRLF

Nota: Control de deudas, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 38, es un indicador que informa con estado de semaforización si el contribuyente supera o no el límite de \$100 en deuda que para la junta del agua es considerable.

Figura 38

KPI para el control de los picos altos en los consumos de agua superiores al 60%

The screenshot displays a configuration window for a KPI. The fields are as follows:

- Nombre:** KPIcontrolConsumos
- Grupo de medida asociado:** HECHO CONSUMOS
- Expresión de valor:** [Measures].[incrementoConsumosMetraje]
No se encontraron problemas. (Línea: 1, Carácter: 39, SPC, CRLF)
- Expresión objetivo:** No se encontraron problemas. (Línea: 1, Carácter: 1, SPC, CRLF)
- Estado:** Semáforo
- Expresión de estado:**

```
CASE
WHEN ISEMPY(KPIVALUE ("KPIcontrolConsumos")) THEN NULL
WHEN KPIVALUE ("KPIcontrolConsumos") > 60 THEN -1
WHEN KPIVALUE ("KPIcontrolConsumos") < 40 THEN 1
ELSE
0
```

No se encontraron problemas. (Línea: 7, Carácter: 4, SPC, CRLF)

Nota: Consumos de agua superiores al 60%, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 39, es un indicador que informa con estado de semaforización si el contribuyente en el periodo actual ha superado el 60% de incremento en el consumo de metros cubico del mes anterior, métrica consideraba anomalía para la junta del agua.

Figura 39

KPI para el control de los picos bajos en los consumos de agua superiores al 60%

The screenshot shows a configuration window for a KPI. The fields are as follows:

- Nombre:** KPIcontrolDecConsumos
- Grupo de medida asociado:** HECHO CONSUMOS
- Expresión de valor:** [Measures].[decrementoConsumoMetraje]
No se encontraron problemas. Línea: 1 Carácter: 38 SPC CRLF
- Expresión objetivo:** No se encontraron problemas. Línea: 1 Carácter: 1 SPC CRLF
- Estado:** Semáforo
- Expresión de estado:**

```
CASE
WHEN ISEMPTY(KPIVALUE ("KPIcontrolDecConsumos")) THEN NULL
WHEN KPIVALUE ("KPIcontrolDecConsumos") > 60 THEN -1
WHEN KPIVALUE ("KPIcontrolDecConsumos") < 40 THEN 1
ELSE
0
```

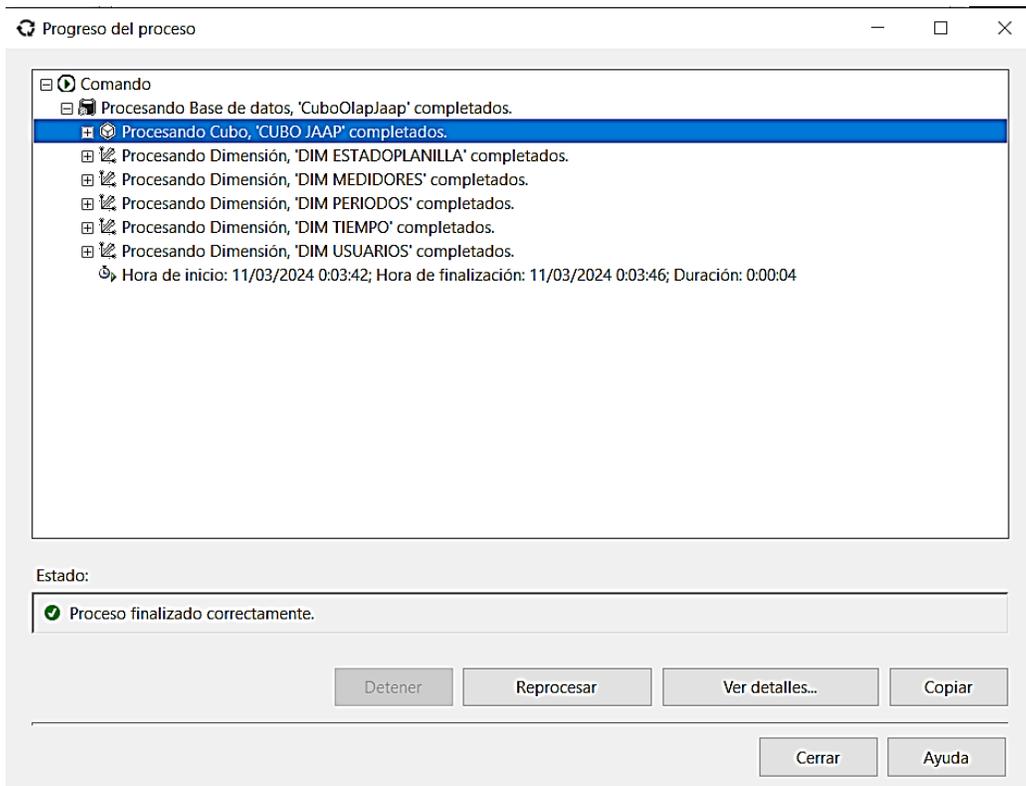
No se encontraron problemas. Línea: 7 Carácter: 4 SPC CRLF

Nota: Consumos de agua superiores al 60%, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 40, es un indicador que informa con estado de semaforización si el contribuyente en el periodo actual ha superado el 60% de decremento en el consumo de metros cubico del mes anterior, métrica consideraba anomalía para la junta del agua.

Figura 40

Ejecución del Cubo Olap



Nota: Cubo OLAP, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.6. Generación de Reportes

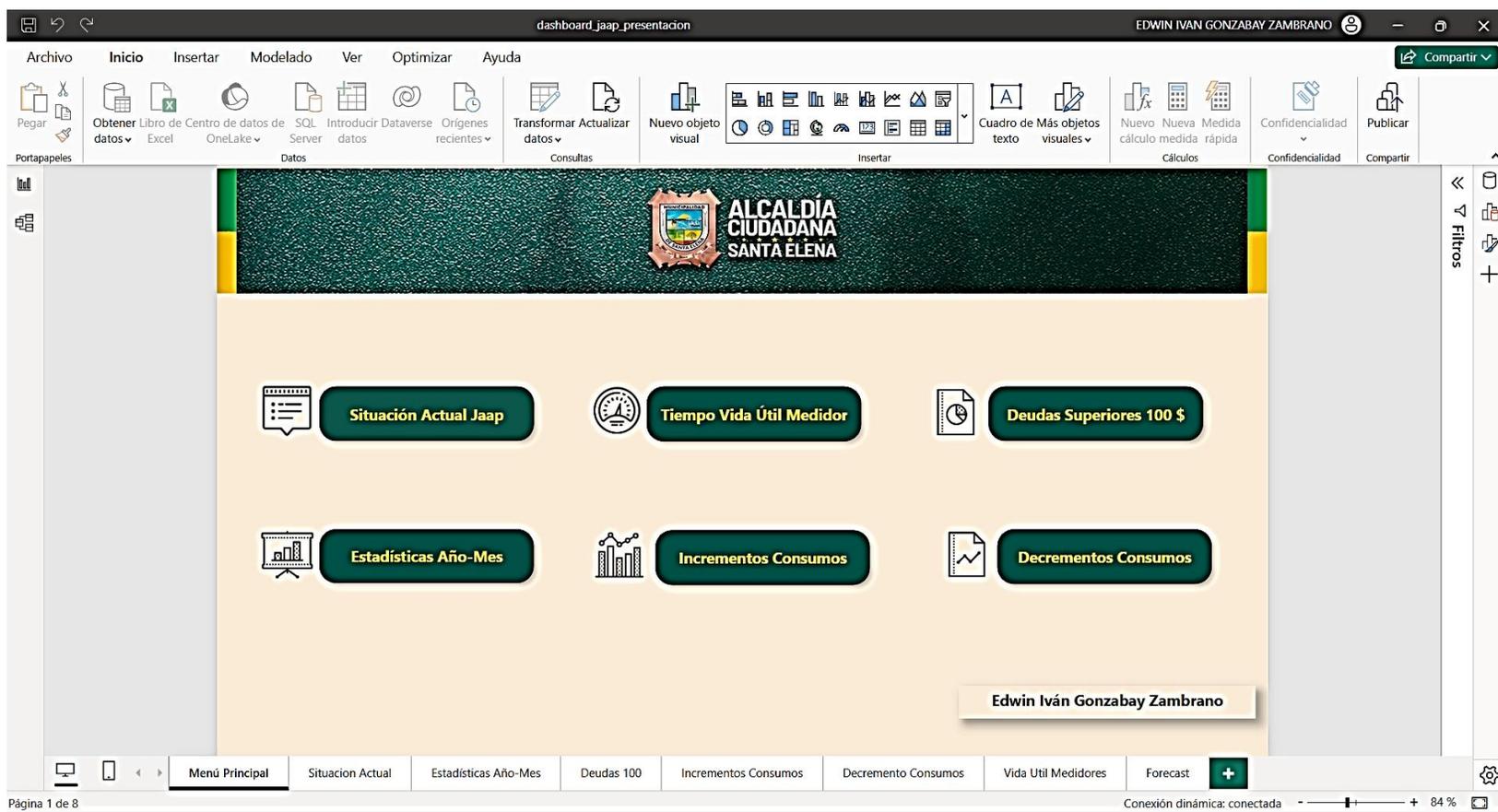
Los informes se desarrollaron utilizando la herramienta Power BI en su versión de escritorio. Estos informes cumplen con los requisitos específicos establecidos por el personal administrativo de la Junta del Agua, los cuales fueron identificados durante las entrevistas realizadas en la fase de comprensión del negocio.

Para el diseño de los informes se utilizaron los colores corporativos de la institución, lo que permite mantener una identidad visual consistente y facilita la identificación de la Junta del Agua.

El dashboard se lo diseño de la siguiente manera, cuenta con un menú principal que le permite navegar por los diferentes informes, como lo ilustra la figura 41.

Figura 41

Menú principal



Nota: Representación gráfica del menú, Elaborado por: Edwin Gonzabay

También se visualiza un conjunto de filtros que permiten interactuar con el usuario permitiendo seleccionar rangos de información, como se visualiza en la siguiente figura 42.

Figura 42

Filtros de información



Nota: fechas representativas de datos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

En la parte lateral izquierda se encuentra etiquetas de datos globales por periodos datos como: valores emitidos, recaudación, descuentos por tercera edad, deuda del periodo.

Figura 43

Etiquetas de datos



Nota: Datos e información, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.6.1. Situación Actual de la Junta del Agua

En la Figura 44, se muestra información sobre la situación actual de la Junta del Agua, información como clientes por categorías, recaudación por categorías, el estado de los medidores y el mapa de referencia del consumo de agua de los 10 barrios que contiene la comuna de palmar.

Figura 44

Reporte de la Situación Actual de la Junta del Agua



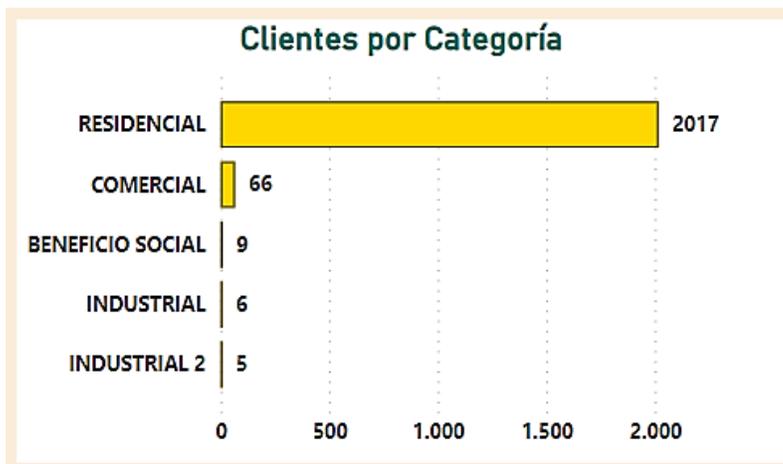
Nota: Estado actual de la Junta del Agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 45, este informe muestra el estado actual de la junta del agua a corte 2023 donde se refleja datos como consumo de metros cúbicos, recaudación, descuento por tercera edad, valores por instalación, valores por mantenimiento, convenio y su valor actual. Además, muestra como representación gráfica un mapa de los diferentes barrios que controla la junta del agua, detallando en tamaño del globo, el consumo de los metros cubico del agua del periodo seleccionado.

También se puede filtrar clientes por categoría, recaudaciones por categoría y estado de medidores como se detalla continuación en las siguientes figuras 46 al 48.

Figura 45

Cientes por Categoría



Nota: Diferentes tipos de usuarios, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 46

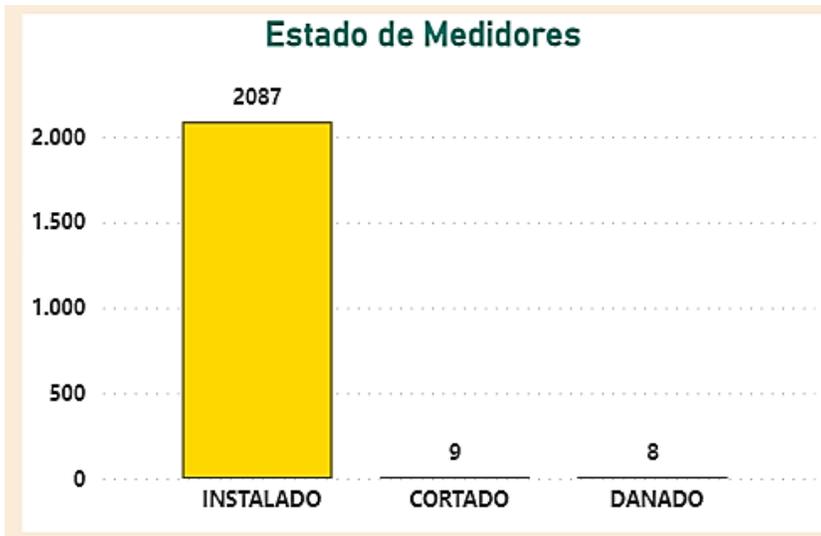
Recaudación por Categorías



Nota: Usuarios por categoría, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 47

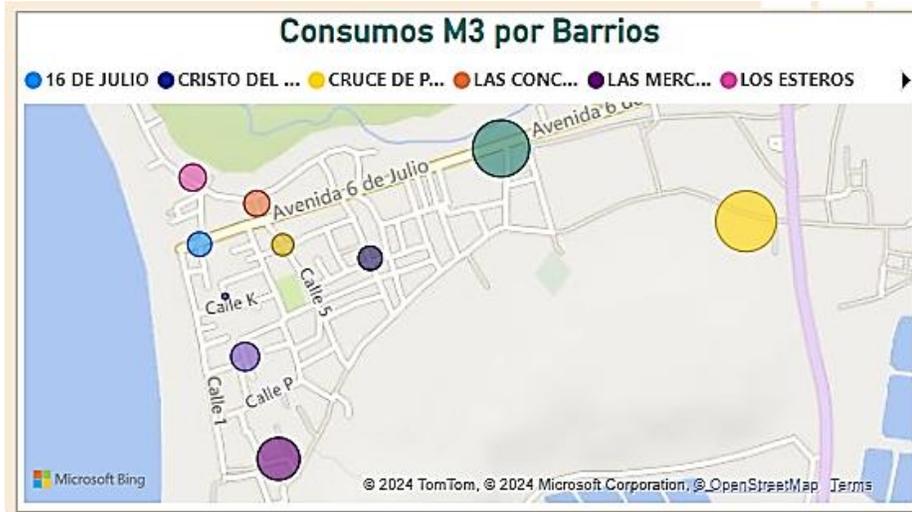
Estado de los Medidores



Nota: Situación actual de medidores, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 48

Mapa de Consumos por Barrios



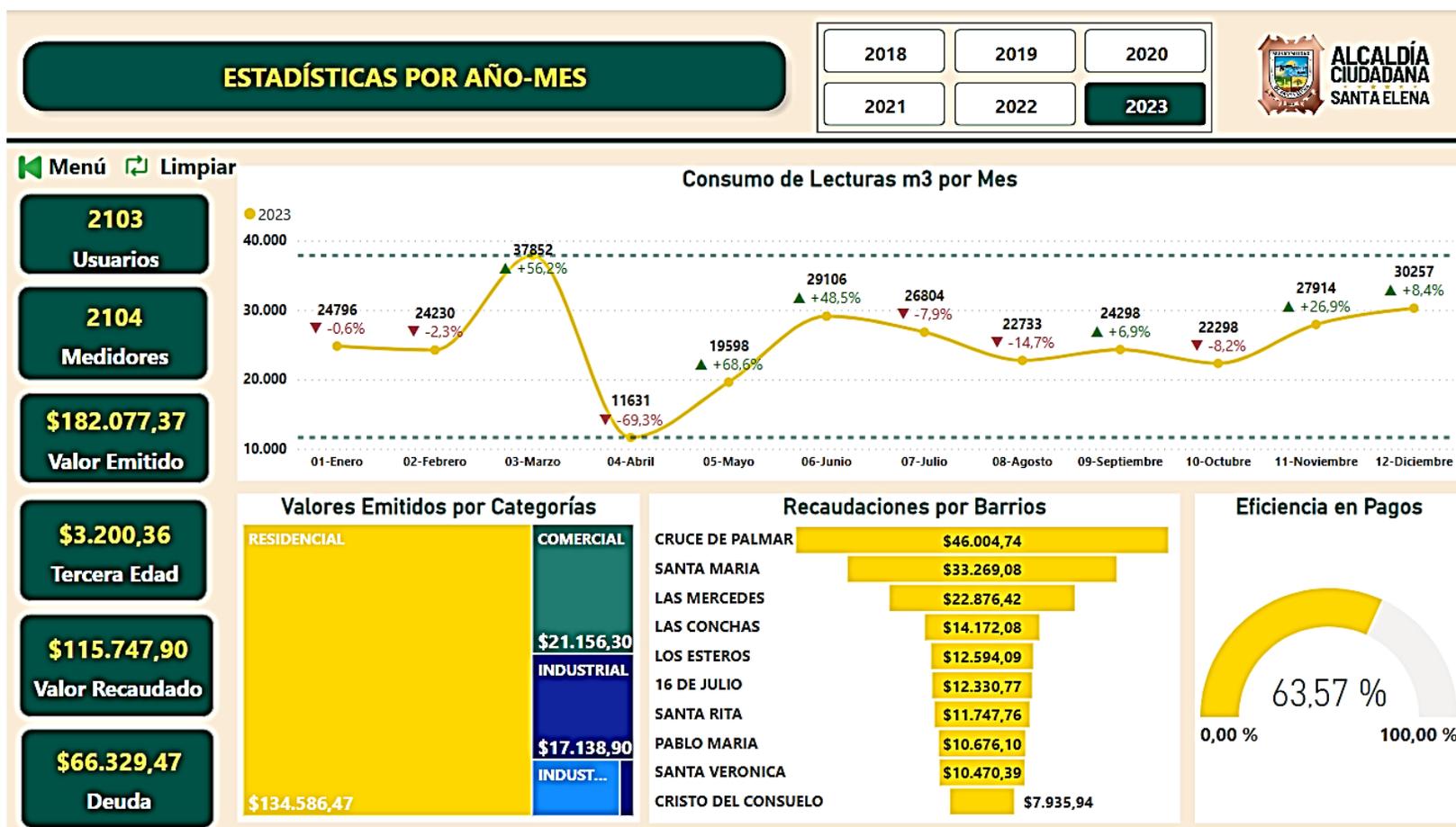
Nota: Ubicación de barrios de Palmar, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.6.2. Estadísticas Año-Mes

En la Figura 49, se muestra información estadística anual y mensual sobre los consumos de agua en el cual pueden visualizar como por filtros de año han existido incrementos o decrementos en los consumos indicándole el porcentaje de incremento o decremento mes a mes, también muestra información sobre los valores emitidos, los valores recaudados y la eficiencia en los pagos.

Figura 49

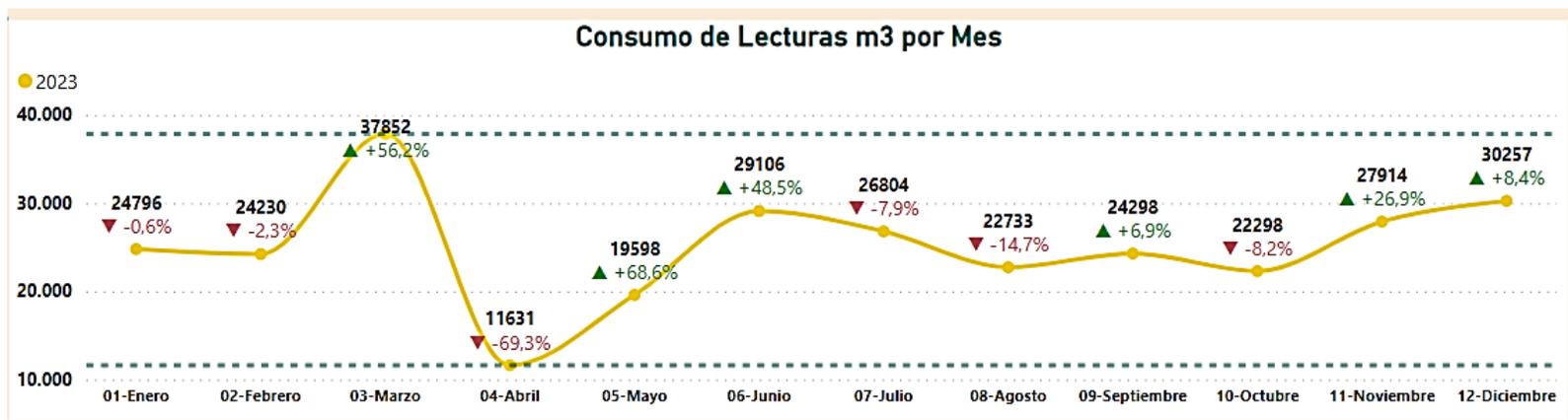
Estadística año-mes



Nota: Estadística de la situación del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 50

Consumos por periodos

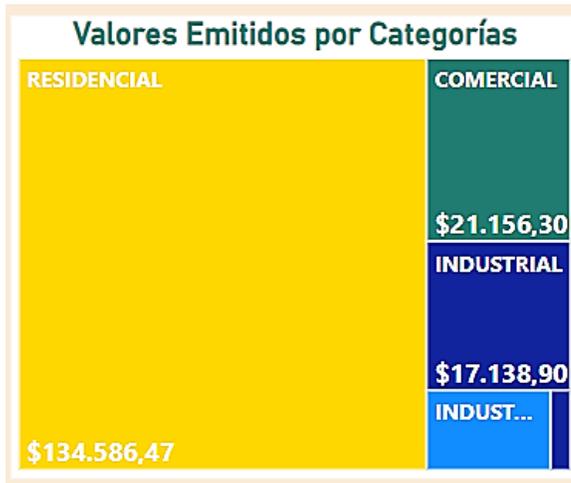


Nota: Ciclo del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 51, representa el histórico de consumo por año y mes reflejando el valor consumido y la tendencia de incremento y decremento periodo a periodo.

Figura 51

Valores emitidos por categorías



Nota: Valores por categorías en Palmar, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 52, permite filtrar los valores que han sido emitidos periodo a periodo por las diferentes categorías que posee la junta del agua.

Figura 52

Recaudaciones por Barrios

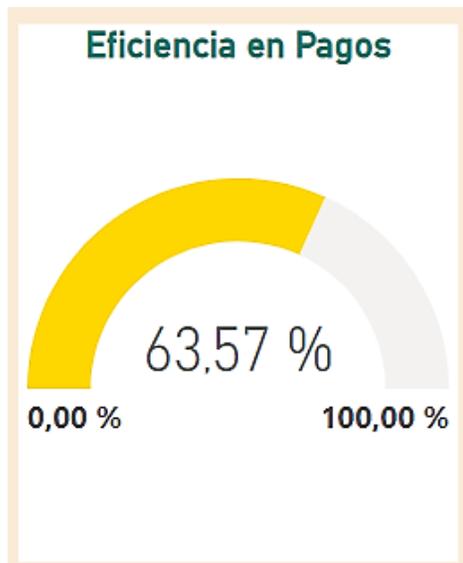


Nota: Barrios de Palmar con sus respectivas recaudaciones, Elaborado por: Edwin Gonzabay

De acuerdo con la figura 53, permite filtrar los valores que han sido recaudados periodo a periodo por las diferentes categorías que posee la junta del agua.

Figura 53

Eficiencia en Pagos



Nota: Porcentaje de pagos, Elaborado por: Edwin Gonzabay

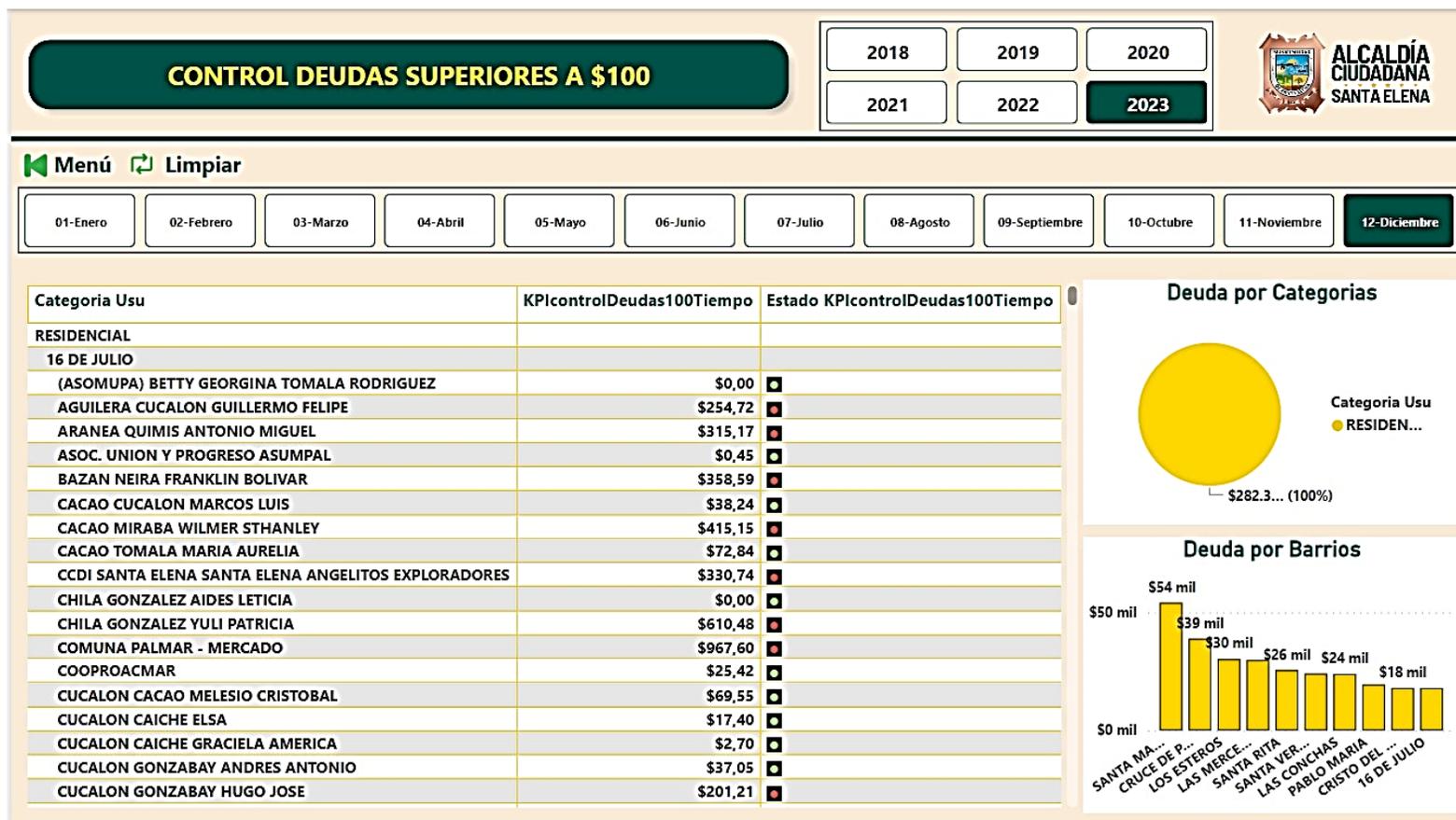
En base a la figura 53, permite visualizar la eficiencia en pagos en relación al periodo seleccionados basándose en los valores emitidos y recaudados.

3.2.6.3. Deudas superiores a 100\$

En la Figura 54, se muestra información sobre los contribuyentes que superan una deuda de 100\$ se puede navegar por categorías y barrios hasta llegar al contribuyente, se podrá visualizar por colores de semaforización si el cliente supera o no el valor de 100\$ de deuda, podrá filtrar mes a mes y año por año.

Figura 54

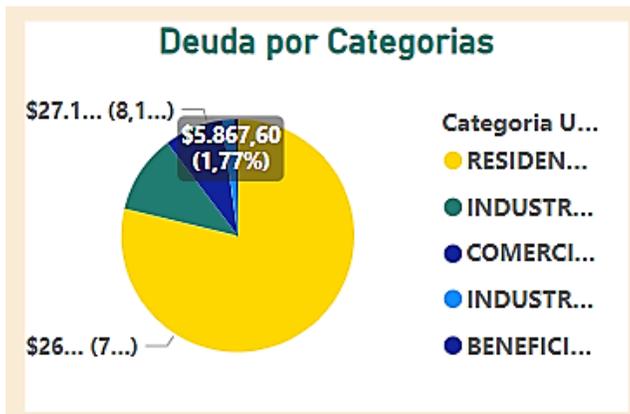
Deudas superiores a \$100



Nota: Categorías de usuarios de deudas, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 55

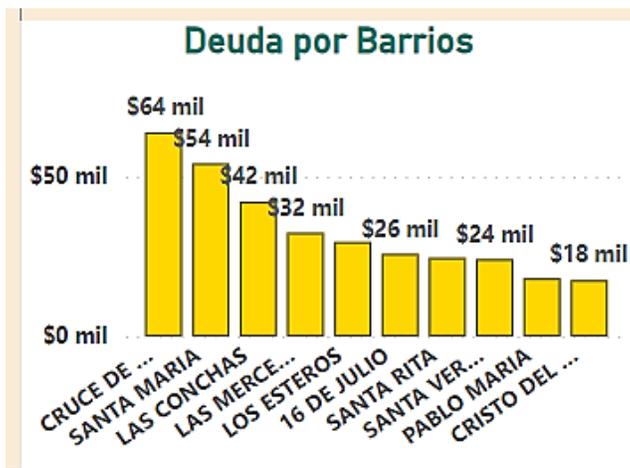
Deudas por Categorías



Nota: Deudas por tipos de usuarios, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 56

Deudas por Barrios



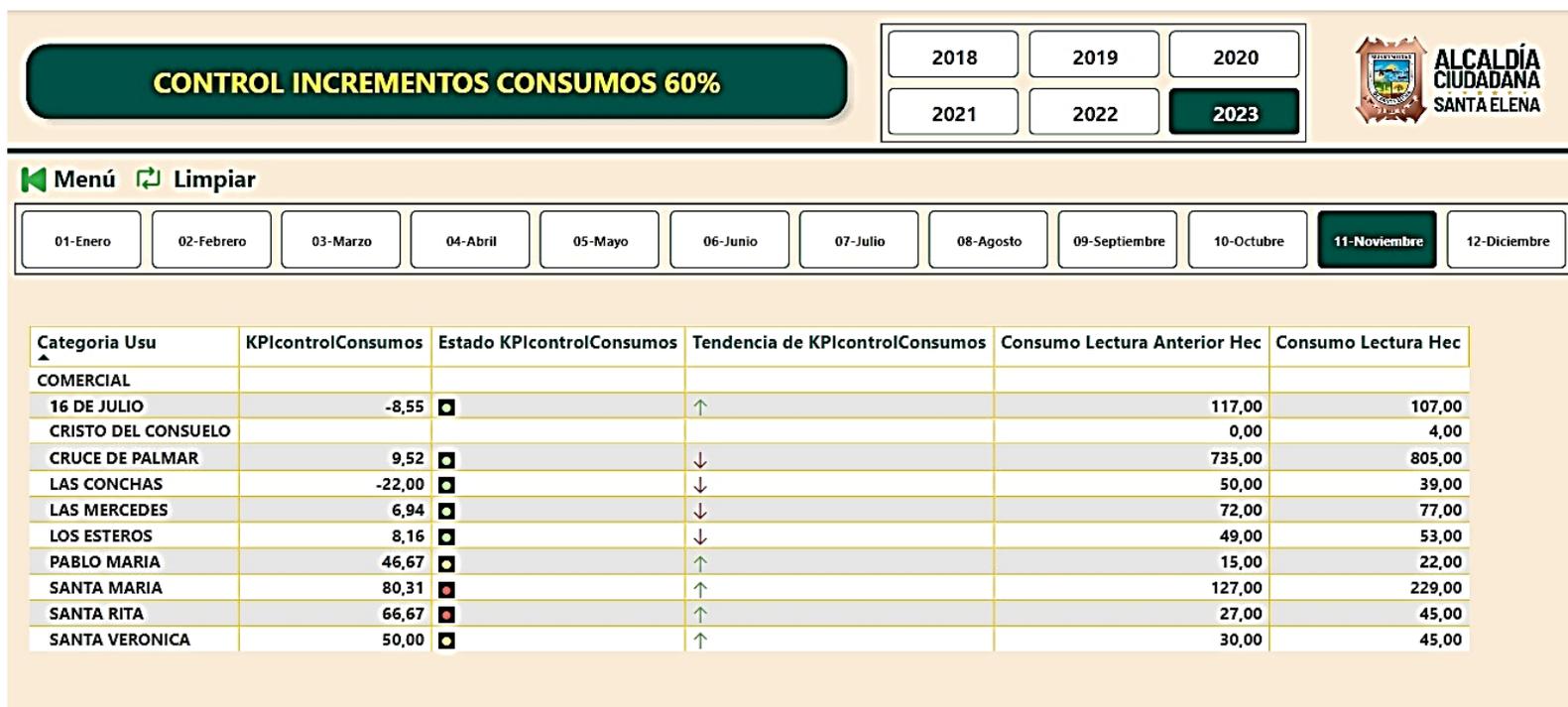
Nota: Deudas de los barrios de Palmar, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.6.4. Control de Incrementos en Consumos de Agua

En la Figura 57, se muestra información sobre los consumos de agua por periodos y le permite filtrar por año y mes logrando detectar si en un periodo determinado el usuario final logro un consumo que supere el 60% del mes anterior, de la misma manera le muestra semafóricamente si el cliente superó o no el límite de control de consumo, a la vez le permite visualizar la tendencia del consumo basándose en la data histórica de ese cliente.

Figura 57

Control de incrementos de consumo del agua



Nota: Incrementos del consumo del 60% de agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.6.5. Control de Decrementos en Consumos de Agua

En la Figura 58, se muestra información sobre los consumos de agua por periodos y le permite filtrar por año y mes logrando detectar si en un periodo determinado el usuario final logro un consumo inferior del 60% del mes anterior, de la misma manera le muestra semafóricamente si el cliente superó o no el límite de control de consumo, a la vez le permite visualizar la tendencia del consumo basándose en la data histórica de ese cliente.

Figura 58

Control de decrementos de consumo



Nota: Decrementos del consumo del 60% de agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.2.6.6. Control de vida útil de los medidores.

En la Figura 59, se muestra información sobre la vida útil que tienen los medidores de los usuarios finales le permite visualizar por colores de semáforo si el medidor ya cumplió o no su vigencia que para este caso será de 5 años, si tiene más de 5 le mostrara de color rojo advirtiéndole que ese medidor ya debería ser cambiado.

Figura 59

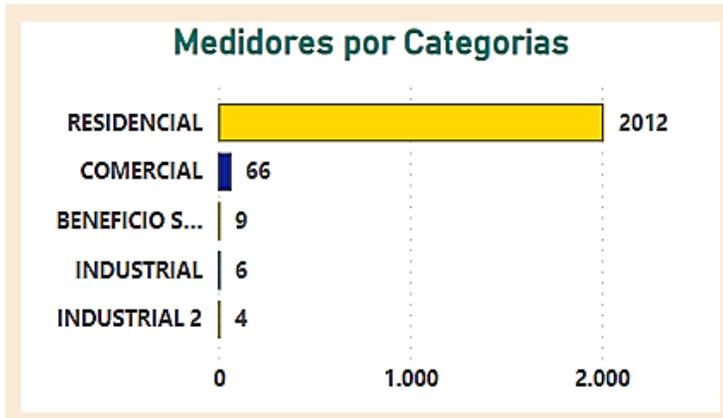
Control vida útil de medidores



Nota: Control de vida útil de medidores, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 60

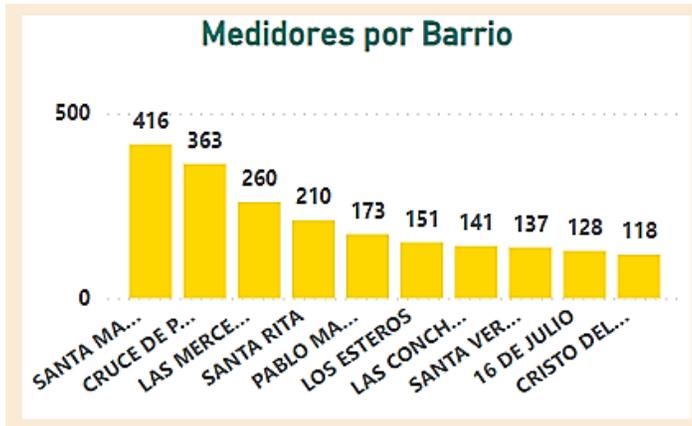
Medidores por Categorías



Nota: Información de medidores por categorías, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 61

Medidores por Barrios



Nota: Nivel de medidores por barrio, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 62

Total de medidores obsoletos



Nota: Medidores obsoletos de Palmar, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.3. Presupuesto

La inversión del proyecto se enmarcaría en las siguientes herramientas de la tabla 5:

Tabla 5

Proyecto de inversión

Licencia	Cantidad	Costo
SQL Server 2019 Standard	1	\$ 899.00
Visual Studio 2019 Professional	1	\$ 104.92

Nota: Licencia sql y visual studio, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Tabla 6

Inversión de la licencia

Licencia	Cantidad	Costo mensual	Costo anual
Licencia Power BI Premiun	1	\$18.70	\$224.4

Nota: Licencia de BI, Elaborado por: Edwin Gonzabay

La inversión de las herramientas con licenciamiento permanente seria de \$1003.92 más una licencia anual de Power bi de \$224.4.

La tabla 7 detalla los costos asociados a cada etapa del proyecto, siguiendo la secuencia establecida en la metodología de desarrollo. Esto permite una mejor comprensión de la distribución de los recursos financieros a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Tabla 7

Costos asociados de la inversión del proyecto

Descripción	Precio
Levantamiento de información	\$300
Desarrollo de modelo dimensional	\$200
Proceso ETL	\$300
Desarrollo del Cubo Olap	\$200
Diseños de reportes analíticos	\$400
Documentación final	\$300
Capacitaciones	\$200
Subtotal	\$1.900
Iva 12 %	\$228
Total	\$2.128

Nota: Descripción de inversión del proyecto, Elaborado por: Edwin Gonzabay

3.4. Cronograma de Actividades

Con la metodología para el desarrollo del proyecto ya definida, se calculó un tiempo de duración de 140 días, como se puede visualizar en la tabla 8.

Tabla 8

Cronograma de actividades

	Tarea	Fecha inicio	Fecha fin
Análisis	Levantamiento de información	10/10/2024	13/10/2024
	Elaboración del alcance del proyecto.	14/10/2024	15/10/2024
	Análisis de las funcionalidades de la fuente de información (Base de datos).	16/10/2024	31/10/2024

Desarrollo	Selección de entidades necesarias para la estructura dimensional	01/11/2024	02/11/2024
	Elaboración del modelo dimensional	03/11/2024	05/11/2024
	Elaboración de medidas	01/11/2024	06/11/2024
	Elaboración de indicadores	07/11/2024	14/11/2024
	Desarrollo del proceso ETL	15/11/2024	06/12/2024
	Desarrollo del Cubo Olap	07/12/2024	14/12/2024
	Desarrollo del portafolio de reportes	15/12/2024	14/01/2024
Ejecución en Producción	Ejecución de pruebas	15/01/2024	31/01/2024
	Implementación de la herramienta	01/02/2024	11/02/2024
	Capacitación	15/02/2024	29/02/2024
	Documentación	01/03/2022	10/03/2024

Nota: Cronograma del proyecto, Elaborado por: Edwin Gonzabay

El cronograma incluye la puesta en marcha de la herramienta en la Junta del Agua, que opera con normalidad. La implementación tiene como objetivo promover el uso de este tipo de análisis para fomentar una cultura de prevención y un mejor control del agua.

3.5. Implementación de la herramienta

En la actualidad, la ejecución de este proyecto se encuentra en proceso de gestión de la implementación, el cual se está llevando a cabo en virtud de la relación institucional establecida con la Ilustre Municipalidad del Cantón Santa Elena con la Junta del Agua de la comuna Palmar. En aras de garantizar la plena operatividad de la herramienta desarrollada, se hace imperativo obtener la debida autorización para proceder con la adquisición de las licencias necesarias.

La socialización de la solución de inteligencia de negocios posibilitó una gestión eficaz de los datos, facilitando la toma de decisiones al consolidar y proporcionar información precisa, actualizada y valiosa. Además, ha mejorado de manera oportuna la administración de la información en la Junta del Agua de Palmar, permitiendo una visualización integral de los datos.

Los reportes proporcionados por el tablero de control de la junta del agua ofrecen una gestión eficiente y minuciosa de datos a través de representaciones visuales y estadísticas, en contraste con los simples reportes disponibles en el sistema transaccional actual de la junta del agua. Esta diferencia sustancial radica en la capacidad del tablero de control para sintetizar grandes cantidades de información en visualizaciones gráficas intuitivas y análisis estadísticos detallados, lo que facilita una comprensión más rápida y completa de la situación. Mientras que los informes del sistema transaccional son más básicos y carecen de la profundidad y claridad ofrecida por el tablero de control, limitándose a presentar datos en formatos estándar sin el nivel de interactividad y análisis avanzado que proporciona el dashboard desarrollado.

Sumado a esto, la implementación de la solución de inteligencia de negocios ha desempeñado un papel sustancial en la supervisión de los niveles de consumo de agua potable, permitiendo la identificación de patrones de consumo atípicos entre los usuarios a lo largo del tiempo, lo que a su vez previene potenciales pérdidas o conexiones clandestinas del suministro de agua potable.

Del mismo modo, dentro del marco de gestión y mantenimiento de infraestructuras, se puede emplear un enfoque proactivo para evaluar la vida útil de los medidores. Esta evaluación, basada en criterios técnicos y de rendimiento, facilita la identificación oportuna de aquellos dispositivos que han superado el período recomendado de cinco años de servicio efectivo. Este enfoque anticipado permite la planificación adecuada para la renovación oportuna de los medidores, contribuyendo así a mantener la eficiencia y confiabilidad de la red de suministro de agua potable.

En este contexto, la solución de inteligencia de negocios se ha destacado como una herramienta altamente beneficiosa al proporcionar resultados óptimos de manera rápida. Este tablero de control no solo ofrece una visión detallada de los patrones de consumo, sino que también capacita a la Junta del Agua de Palmar para tomar decisiones estratégicas y proactivas, mejorando así la gestión general de este recurso esencial.

CONCLUSIONES

El proyecto de investigación se centra en la problemática relacionada con la carencia de un método eficiente para el proceso y análisis de los datos de consumo de agua potable por parte de la Junta del Agua. Esta deficiencia dificulta la capacidad de la empresa para tomar decisiones estratégicas con respecto a la mejora de su gestión administrativa y operativa.

El tratamiento de los datos extraídos de la base de datos actual de la junta del agua incluyó el proceso de ETL con Integration Services para luego desarrollar un datamart con sus respectivas dimensiones y tabla de hechos, posteriormente se creó un cubo Olap con Analysis Services, los datos fueron sometidos a rigurosos procesos de validaciones para garantizar su calidad, lo que permite al usuario llevar a cabo una revisión y análisis profundo de los datos mostrados de forma gráfica en un panel de control interactivo para que el personal administrativo de la junta del agua pueda interpretarlos fácilmente.

Posteriormente se optó por utilizar Power BI específicamente para diseñar el prototipo de visualización de datos debido a su interfaz amigable y su gran aceptación en el mercado. La selección de esta herramienta se basó en la necesidad de crear un tablero que pudiera mostrar de manera adecuada los indicadores clave definidos con la colaboración del personal administrativo y operativo de la junta del agua. Estos indicadores se centraron en monitorear las discrepancias detectadas a partir de los datos históricos de consumo, los cuales fueron identificados mediante la experiencia práctica del equipo de trabajo.

Durante la presentación de la solución de inteligencia de negocios al equipo administrativo y operativo de la junta de agua, se notó que, al analizar y procesar los datos de

manera precisa, se logró generar informes detallados que se alinean con los indicadores predefinidos. Estos reportes, que no existían en el proceso actual, resultan fundamentales para la toma de decisiones estratégicas de la institución.

Esta herramienta facilitó la elaboración de reportes con representaciones gráficas, permitiendo así el monitoreo de posibles situaciones a través de estas visualizaciones tales como: el seguimiento de picos de consumo tanto altos como bajos, la supervisión de la duración de años de vida de los medidores y el análisis histórico del consumo de agua, que puede ser segmentado por categorías y barrios de la comuna Palmar.

La capacidad de detectar rápidamente desviaciones en los patrones de consumo y la planificación de inspecciones preventivas ayudan a minimizar los gastos relacionados con la solución de problemas más graves y onerosos en el futuro, como se visualiza en los reportes de control de incremento y decremento del consumo del agua potable.

La optimización en el manejo del tiempo de vida útil de los medidores ayuda a reducir los costos asociados con reparaciones y pérdidas económicas causadas por mediciones inexactas. Esto se refleja claramente en el informe de control de vida útil de los medidores, el cual muestra la cantidad de medidores obsoletos clasificados por barrios y categorías específicas.

La información proporcionada por el informe de deudas superiores a \$100 ha sido fundamental para controlar y detectar a los contribuyentes cuyas obligaciones exceden dicha cantidad. Este enfoque ha permitido una gestión más efectiva de los registros financieros, lo que a su vez contribuye a mantener la salud financiera de la institución.

La implementación de esta herramienta ha tenido un impacto positivo directo en el equipo administrativo y operativo de la junta del agua. Ahora, cuentan con acceso a datos actualizados de manera regular y con una interfaz fácil de utilizar, lo que les facilita la detección temprana de irregularidades que pueda surgir en el transcurso del tiempo.

RECOMENDACIONES

Considerando la experiencia acumulada con la herramienta de inteligencia de negocios, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Suministrar al sistema vigente información concerniente a los componentes utilizados en reparaciones derivadas de incidencias en tuberías primarias o secundarias, con el propósito de facilitar la generación de reportes y la elaboración de indicadores destinados a optimizar su gestión y control.
3. Registrar cada incidente relacionado con la imposición de sanciones impuestas a los usuarios por conexiones clandestinas, con el fin de proporcionar una base sólida para la posible generación futura de indicadores clave de rendimiento.
4. Desarrollar un plan estratégico a largo plazo para la evolución del proyecto, considerando posibles expansiones, integración con nuevos sistemas y la adopción de tecnologías emergentes.
5. Examinar detenidamente los comportamientos de consumo con el objetivo de llevar a cabo una reclasificación de los clientes, tomando como referencia el histórico de consumo de agua. Este análisis permitirá identificar tendencias y patrones significativos que sirvan como base para establecer criterios más precisos y equitativos en la categorización de los usuarios.
6. Fomentar la participación activa de la comunidad en la administración del recurso hídrico mediante la difusión de información pertinente y el establecimiento de canales

efectivos para la retroalimentación y aportes. Esta iniciativa busca promover un enfoque colaborativo y transparente en la gestión del agua.

7. Promover el desarrollo de una dinámica cultural en la que los usuarios finales participen activamente en la retroalimentación constante, con el propósito de detectar posibles mejoras en el tablero de control y ajustar sus funcionalidades de acuerdo a requerimientos particulares.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L. J. (2020). *Inteligencia de negocios y analítica de datos*. Madrid: Marcombo.
- Caralt, J. C., & Díaz, J. C. (2022). *Introducción al Business Intelligence*. Barcelona: UOC, S.L.
- Cordero, E. I., Erazo, J. C., & Narváez, C. I. (2023). Soluciones corporativas de inteligencia de negocios en las pequeñas y medianas empresas. *Dialnet*, 12.
- Díaz, J. C., & Caralt, J. C. (2016). *¿Cómo crear un data warehouse?* Barcelona: UOC, S.L.
- Evaluando Software.com. (2024, 01 25). *Cubos OLAP de información para la toma de decisiones*. Obtenido de Cubos OLAP: <https://www.evaluandosoftware.com/bpm/cubos-olap-informacion-la-toma-decisiones/>
- Fred, N., Morales, V., & Villaces, J. C. (2020). *Festín de datos*. Barcelona: Centro de Estudios de Derecho, Justicia y Sociedad.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena. (2023, 07 18). *Consumo del Agua Potable en Palmar*. Obtenido de Problemas del consumo en la comuna Palmar: <http://www.gadse.gob.ec/gadse/index.php/noticias/>
- Google maps. (2023, 09 17). *Ubicación Comuna Palmar Provincia de Santa Elena*. Obtenido de Ubicación estratégica: <https://www.google.com/maps/dir//Palmar+-Santa+Elena+-Ecuador,+Monteverde,+Santa+Elena/@-2.0257399,-80.751355,14.04z/data=!4m8!4m7!1m0!1m5!1m1!1s0x902dd95ed13031e7:0xe8e1c60caf86dacd!2m2!1d-80.733809!2d-2.0236644?hl=es-ES&entry=ttu>
- Howson, C. (2012). *Business intelligence*. España : McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

- IBM. (2021, 08 03). *Esquema de estrellas* . Obtenido de InfoSphere Data Architect:
<https://www.ibm.com/docs/es/ida/9.1.2?topic=schemas-star>
- IBM. (2021, 03 08). *Esquemas de constelación*. Obtenido de Definición y representación gráfica:
<https://www.ibm.com/docs/es/ida/9.1.2?topic=schemas-starflake>
- IBM. (2021, 03 08). *Esquemas de copo de nieve*. Obtenido de Definición y representación gráfica: <https://www.ibm.com/docs/es/ida/9.1.2?topic=schemas-snowflake>
- IBM. (2021, 03 08). *Jerarquías*. Obtenido de Definición de Jerarquías :
<https://www.ibm.com/docs/es/ida/9.1.2?topic=models-hierarchies>
- IBM. (2021, 02 27). *KPI y valores de KPI*. Obtenido de Definición del KPI:
<https://www.ibm.com/docs/es/openpages/8.2.0?topic=objects-kpis-kpi-values>
- IBM. (2021, 08 03). *Tablas y entidades de hechos*. Obtenido de Definición y tipos de tablas:
<https://www.ibm.com/docs/es/ida/9.1.2?topic=models-fact-tables-entities>
- IBM. (2022, 12 08). *Datos estáticos*. Obtenido de Definición de Datos estáticos:
<https://www.ibm.com/docs/es/openpages/8.3.0?topic=translation-static-data>
- IBM. (2024, 01 22). *Informes dinámicos*. Obtenido de Definición de Informes dinámicos:
<https://www.ibm.com/docs/es/planning-analytics/2.0.0?topic=data-dynamic-reports>
- IBM. (2024, 03 21). *Tipos de datos externos*. Obtenido de Datos externos:
<https://www.ibm.com/docs/es/tivoli-netcoolimpact/7.1?topic=types-external-data>
- Jiménez, A. d., & Triano, L. H. (2021). La inteligencia de negocios: Herramienta clave para el uso de la información y la toma de decisiones empresariales. *Uniquindio*, 8.

Linked In. (2020, 12 02). *Qué es el Business Intelligence y porqué es clave para que las organizaciones maximicen su probabilidad de éxito*. Obtenido de Inteligencia de negocios: <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-el-business-intelligence-y-porqu%C3%A9-clave-para-que-tacchini>

López, J. N., Vela, J. P., & Mondejar, J. C. (2015). *Diseño y explotación de almacenes de datos*. Alicante: Club Universitario.

Microsoft System Center. (2023, 03 17). *Información general sobre Service Manager cubos OLAP para análisis avanzado*. Obtenido de Medidas: <https://learn.microsoft.com/es-es/system-center/scsm/olap-cubes-overview?view=sc-sm-2022>

OCI. (2024, 01 26). *Que es un Data Mart*. Obtenido de Definiciones y ventajas : <https://www.oracle.com/mx/autonomous-database/what-is-data-mart/>

Oracle. (2023, 10 25). *¿Qué es el IoT?* Obtenido de Sensores y IoT: <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/>

Ortiz, D. (2023, 11 24). *¿Qué es un dashboard y para qué se usa?* Obtenido de Dashboard: <https://www.cyberclick.es/numerical-blog/que-es-un-dashboard>

Perosio, N. (2024, 01 24). *Cómo las Herramientas de BI Pueden Predecir y Mejorar la Lealtad del Cliente* . Obtenido de Linked In: https://es.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-las-herramientas-de-bi-pueden-predecir-y-mejorar-natalia-perosio-wrohe?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card

Power Data. (2024, 01 25). *Power Data*. Obtenido de Que es Power Data: <https://www.powerdata.es/soluciones-tecnologicas>

Recios, M. L. (2015). *UF1889 - Desarrollo de componente software en sistemas ERP-CRM*.

España: Elearning, S.L.

Sánchez, J. C. (2012). *Los métodos de investigación*. Barcelona: Díaz de Santos, S.A.

Velásquez, E. (2022). Sistema Transaccionales. *Academia Edu*, 34.

Vidales, P. (2015). *Business Intelligence a Través de IBM SPSS Statistics*. España: CreateSpace

Independent Publishing Platform.

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de los resultados sobre las anomalías del consumo del agua

Cuestionario de Encuesta a trabajadores de la Junta del Agua de la comuna Palmar

1. **¿Considera usted que la administración de la Junta del Agua ha aplicado procesos de control y regularización para el abastecimiento del agua en la comuna Palmar?**

Tabla 9

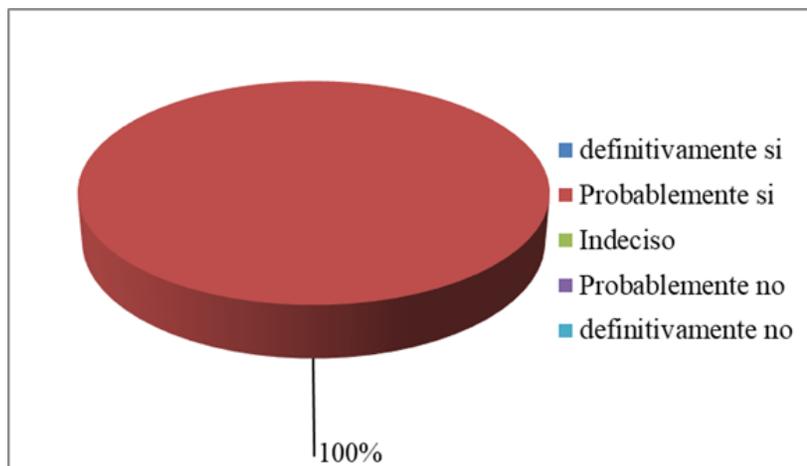
Aplicación de procesos de control y regularización

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
definitivamente si	0	0%
Probablemente si	7	100%
Indeciso	0	0%
Probablemente no	0	0%
definitivamente no	0	0%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 63

Aplicación de procesos de control y regularización



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

2. ¿Cuál de estos aspectos tiene mayor impacto en los problemas actuales sobre el consumo del agua en Palmar?

Tabla 10

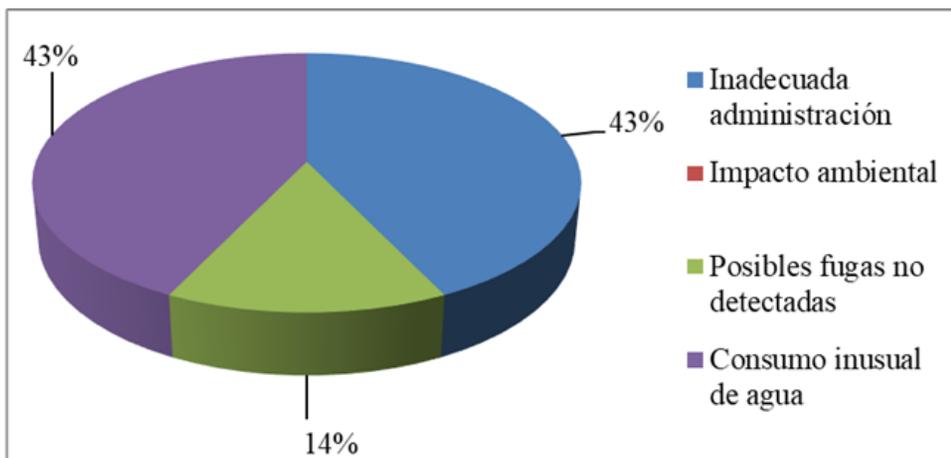
Impacto sobre los problemas actuales sobre el consumo del agua

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
Inadecuada administración	3	43%
Impacto ambiental	0	0%
Posibles fugas no detectadas	1	14%
Consumo inusual de agua	3	43%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 64

Impacto sobre los problemas actuales sobre el consumo del agua



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

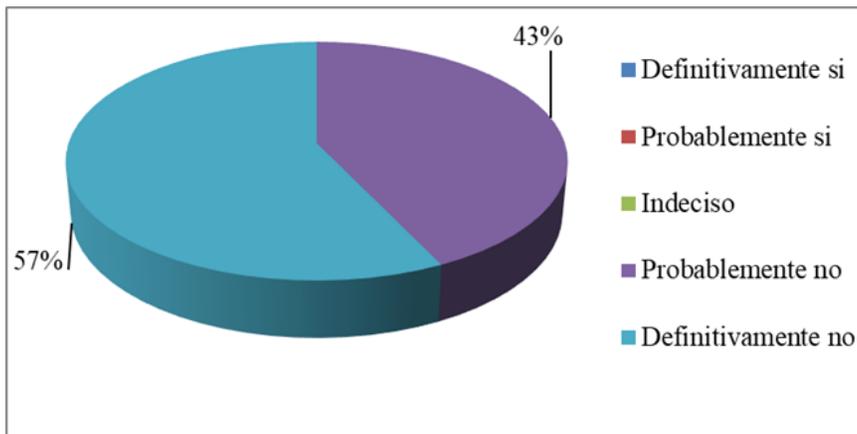
3. ¿Tiene conocimiento sobre sistema de inteligencia de negocios y sus beneficios?

Tabla 11
Conocimiento del sistema BI

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
Definitivamente si	0	0%
Probablemente si	0	0%
Indeciso	0	0%
Probablemente no	3	43%
Definitivamente no	4	57%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 65
Conocimiento del sistema BI



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

4. ¿Considera oportuno la implementación de un sistema de inteligencia que permita recabar información acerca del consumo del servicio del agua en la comuna Palmar?

Tabla 12

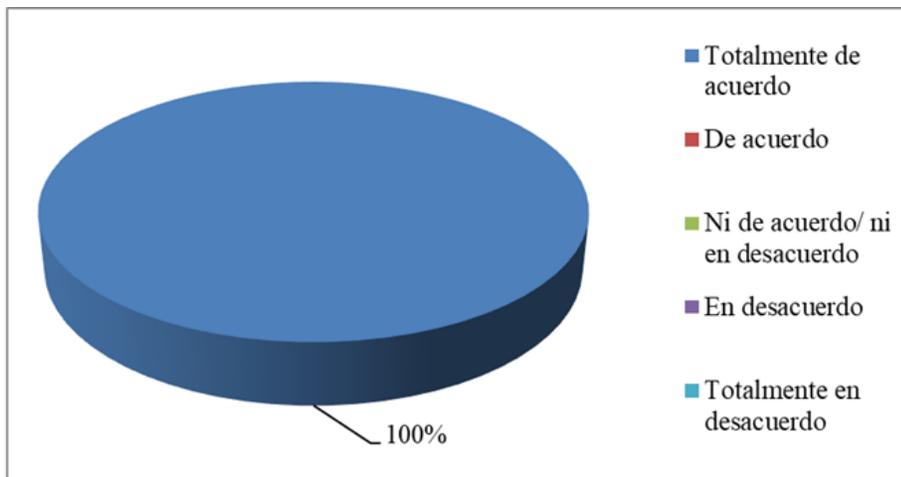
Implementación del sistema BI en la Junta del Agua

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
Totalmente de acuerdo	7	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo/ ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 66

Implementación del sistema BI en la Junta del Agua



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

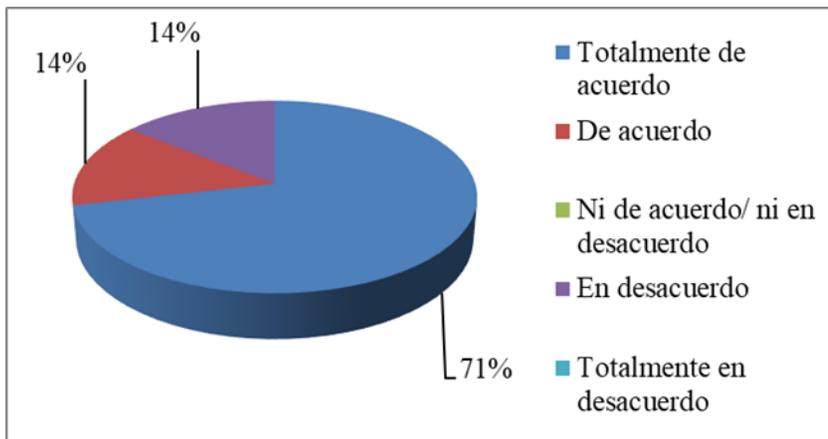
5. **¿Está de acuerdo que al aplicar un sistema de inteligencia de negocios permitirá reducir los problemas que presenta con relación al consumo del agua en Palmar?**

Tabla 13
BI para la reducción de problemas

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
Totalmente de acuerdo	5	71%
De acuerdo	1	14%
Ni de acuerdo/ ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	1	14%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 67
BI para la reducción de problemas



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

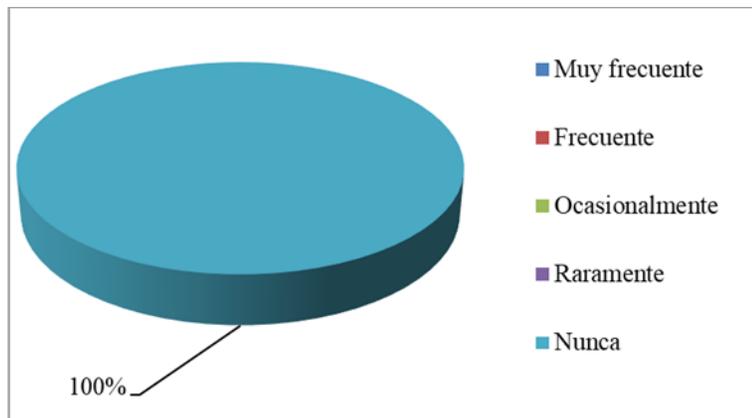
6. ¿Con qué frecuencia el personal administrativo realiza análisis estadísticos del consumo de agua?

Tabla 14
Análisis estadístico del consumo del agua

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
Muy frecuente	0	0%
Frecuente	0	0%
Ocasionalmente	0	0%
Raramente	0	0%
Nunca	7	100%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 68
Análisis estadístico del consumo del agua



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

7. ¿Es de vital importancia que la junta del agua realice análisis estadísticos de los consumos de agua?

Tabla 15

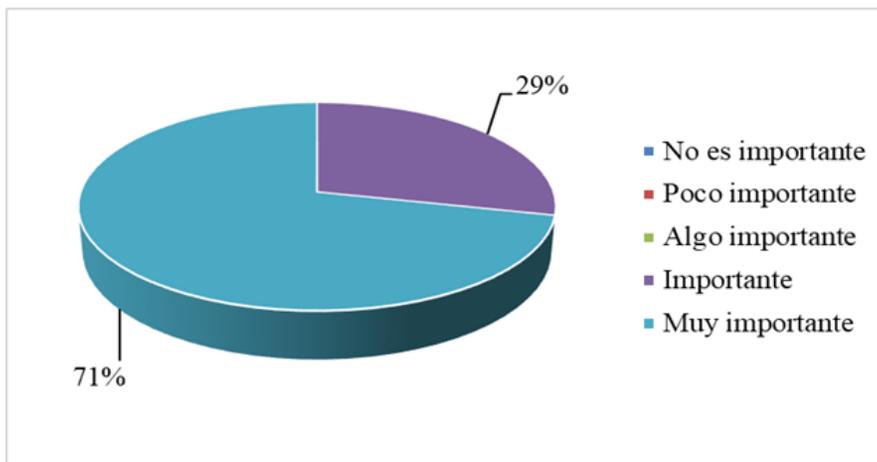
Importancia en el análisis estadístico sobre el consumo del agua

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
No es importante	0	0%
Poco importante	0	0%
Algo importante	0	0%
Importante	2	29%
Muy importante	5	71%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 69

Importancia en el análisis estadístico sobre el consumo del agua



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

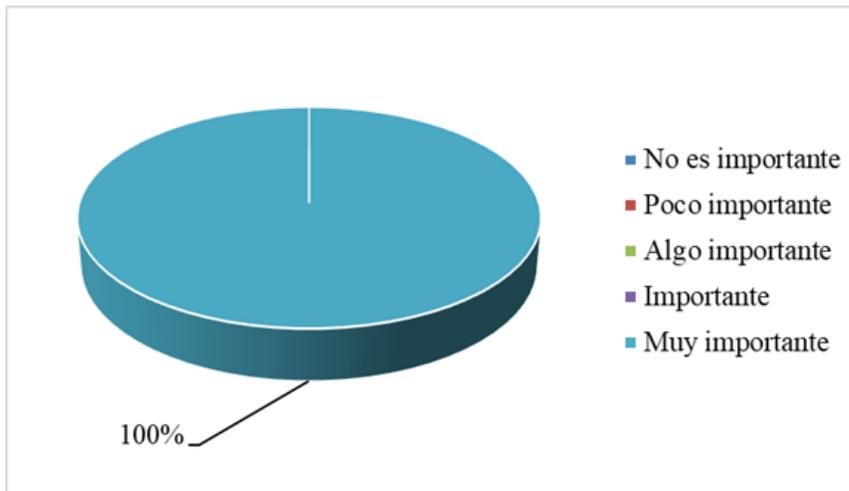
8. ¿Representa una necesidad importante para la Junta del Agua la disposición de un cuadro de mando inteligente de análisis de datos que permita obtener de manera ágil resultados estadísticos del consumo periódico de agua?

Tabla 16
Cuadro inteligente de análisis de datos

Características	Frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa
No es importante	0	0%
Poco importante	0	0%
Algo importante	0	0%
Importante	0	0%
Muy importante	7	100%
Total	7	100%

Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Figura 70
Cuadro inteligente de análisis de datos



Nota: Encuesta sobre anomalías del consumo del agua, Elaborado por: Edwin Gonzabay

Anexo 2

Formato de Experto para la encuesta del levantamiento de información

HOJA DE REGISTRO PARA VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Maestrante: Edwin Gonzabay Zambrano

Universidad Estatal Península de Santa Elena:

edwin.gonzabayzambrano8059@upse.edu.ec

DATOS DEL EXPERTO

Nombre/Apellidos	ERNESTO GEOVANNY MENCE FIGUEROA
Ultima titulación académica	MAGISTER EN INFORMÁTICA
Institución de adscripción	MUNICIPIO DE SANTA ELENA
Cargo	DIRECTOR DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍAS
Teléfono celular	0958998857
Dirección de correo	ernesto_mence@gadse.gob.ec

DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR

Nombre/Apellidos	EDWIN GONZABAY ZAMBRANO
Formación profesional	TERCER NIVEL
Años de experiencia en el análisis y desarrollo	10 años
Título de tercer nivel	INGENIERA EN SISTEMAS
Ocupación actual	ANALISTA DE DESARROLLO DE SISTEMAS EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTA ELENA

Instrumento.

Encuesta para el personal administrativo y operativo que labora en la Junta del Agua de la comuna Palmar.

Sobre el instrumento.

Se presenta para su validación el formato de encuesta dirigido al personal

administrativo y operativo de la Junta del Agua de la comuna Palmar. Esta encuesta tiene como objetivo recopilar información sobre el proceso actual de control del consumo de agua potable. Con la información recopilada, se diseñará una solución de inteligencia de negocios que les permita mejorar la toma de decisiones en la gestión del agua.

Sobre la validación

A continuación, se presentan las tablas con la referencia numérica de los ítems o aspectos sobre los que se indaga a través del cuestionario.

Por favor, valore cada ítem de acuerdo con los siguientes criterios:

Suficiencia: El instrumento va relacionado con el objetivo de la investigación.

Claridad: Las preguntas descritas dan respuesta a la intención investigativa.

Coherencia: Las preguntas tienen relación con el objeto de estudio que se indaga.

Relevancia: Buena argumentación y descripción en redacción de las preguntas

Suficiencia				Claridad				Coherencia				Relevancia			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Para ello, coloque en la casilla una “X” correspondiente un número del uno (1) hasta el cuatro (4) de acuerdo con la siguiente escala:

1	No cumple con el contenido	2	Bajo nivel	3	Moderado nivel	4	Alto Nivel
---	----------------------------	---	------------	---	----------------	---	------------

Además de su valoración, por favor agregue las observaciones que se explican o ayuden a mejorar la pregunta.

**RÚBRICA: INSTRUMENTO DE ENCUESTA PARA EL PERSONAL
ADMINISTRATIVO Y OPERATIVO DE LA JUNTA DEL AGUA
COMUNA PALMAR**

CRITERIOS		Suficiencia				Claridad				Coherencia				Relevancia				OBSERVACIÓ N	
N°	PREGUNTAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	<p>¿Considera usted que la administración de la Junta del Agua ha aplicado procesos de control y regularización para el abastecimiento del agua en la comuna Palmar?</p> <p>a. Definitivamente si b. Probablemente si c. Indeciso d. Probablemente no e. Definitivamente no</p>			x				x				x							
2	<p>¿Cuál de estos aspectos tiene mayor impacto en los problemas actuales sobre el consumo del agua en Palmar?</p> <p>a. Inadecuada administración b. Impacto ambiental c. Posibles fugas no detectadas d. Consumo inusual del agua</p>			x				x				x							
3	<p>¿Tiene conocimiento sobre sistema de inteligencia de negocios y sus beneficios?</p> <p>a. Definitivamente si b. Probablemente si c. Indeciso d. Probablemente no e. Definitivamente no</p>			x				x				x							
4	<p>¿Considera oportuno la implementación de un sistema de inteligencia que permita recabar información acerca del consumo del servicio del agua en la comuna Palmar?</p> <p>a. Totalmente de acuerdo b. De acuerdo</p>				x				x				x						

	<p>c. Ni de acuerdo/ Ni en desacuerdo</p> <p>d. En desacuerdo</p> <p>e. Totalmente en desacuerdo</p>																
5	<p>¿Está de acuerdo que al aplicar un sistema de inteligencia de negocios permitirá reducir los problemas que presenta con relación al consumo del agua en Palmar?</p> <p>a. Totalmente de acuerdo</p> <p>b. De acuerdo</p> <p>c. Ni de acuerdo/ Ni en desacuerdo</p> <p>d. En desacuerdo</p> <p>e. Totalmente en desacuerdo</p>			x					x								x
6	<p>¿Con qué frecuencia el personal administrativo realiza análisis estadísticos del consumo de agua?</p> <p>a. Muy frecuente</p> <p>b. Frecuente</p> <p>c. Ocasionalmente</p> <p>d. Raramente</p> <p>e. Nunca</p>	x															x
7	<p>¿Es de vital importancia que la junta del agua realice análisis estadísticos de los consumos de agua?</p> <p>a. No es importante</p> <p>b. Poco importante</p> <p>c. Algo importante</p> <p>d. Importante</p> <p>e. Muy importante</p>			x													x

8	¿Representa una necesidad imperante para la Junta del Agua la disposición de un cuadro de mando inteligente de análisis de datos que permita obtener de manera ágil resultados estadísticos del consumo periódico de agua? a. No es importante b. Poco importante c. Algo importante d. Importante e. Muy importante																		
					x					x									

Opinión de aplicabilidad:

Sugerencias y recomendaciones:



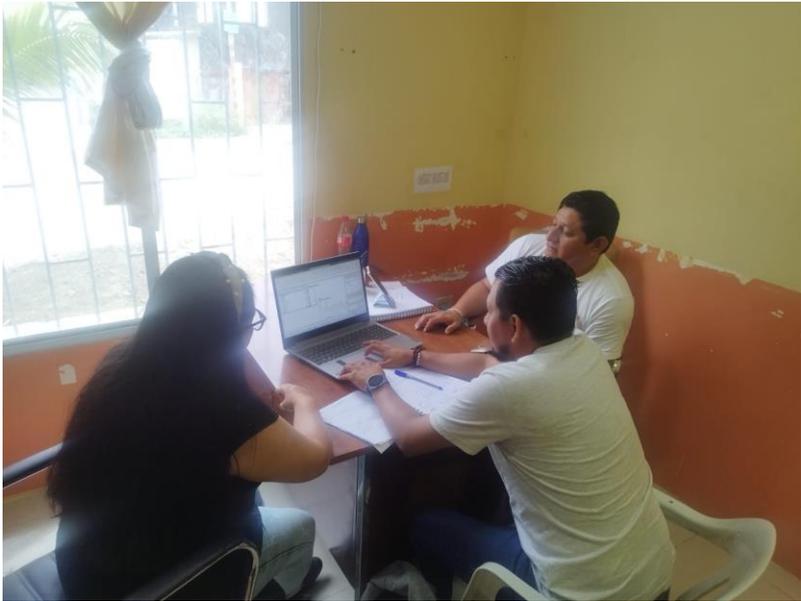
Ernesto Geovanny Mence Figueroa

Email: ernesto_mence@gadse.gob.ec

Cell: 0958998857

Anexo 3

Presentación del BI en la Junta del Agua Palmar



Nota: Visualización del BI en su dimensión y análisis de los datos

Anexo 4

Grupos focales para el levantamiento de información



Nota: Recopilación de información de la situación actual e implementación del BI